Annalen der Physik und Chemie

Digitized by Google

BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

PHYSICS LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK.

NACH *L. W. GILBERTS* TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWEI UND ACHTZIGSTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH
1826.

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SECHSTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH
1826.

Digitized by Google

11052

Digitized by Google

Inhalt

des sechsten Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie.

Erstes Stück.

I. Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz; vom Dr. T. J. Seebeck — Seite 1

II. Neue Beiträge zur Kenntnifs der Feuermeteore und herabgefallenen Massen; von E. F. F. Chladni (Fünfte Lieferung) — 21

III. Untersuchung eines sogenannten Eisen-Hammerschlags; von G. S. Mosander — 35

IV. Ueber Metallreductionen durch andere Metalle auf nassem Wege; vom Hrn. Prof. Fischer zu Breslau — 43

V. Analyse des Picrosmins; von Gustav Magnus — 53

VI. Ueber die scheinbare Richtung der Augen in einem Bildnisse; von William Hyde Wollaston — 61

Digitized by Google

VII. Ueber die Ausmittlung des Arseniks bei Vergiftungen; von J. J. Berzelius 71

VIII. Doppelsalz von kohlensaurem und phosphorsaurem Natron 78

IX. Anderthalb schwefelsaures Natron (Sesquisulphate of Soda) 80

X. Saures schwefelsaures Natron 82

XI. Schwefelsaures Natron ($\ddot{N}a\dddot{S}^2 + 16\,Aq$) 82

XII. Kohlensaures Natron ($\ddot{N}a\ddot{C}^2 + 16\,Aq$) 84

XIII. Prismatisches Natronsalz von Mohs 87

XIV. Versuche zur Bestimmung der Intensitäten des Magnetismus der Erde, nebst Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der horizontalen Magnetnadel zu Hammerfest und Spitzbergen; von Hrn. Edward Sabine 88

XV. Ueber die Wirkung gewisser ätherischer Oele auf die Lösung des Phosphors in fetten Oelen; von A. Walcker 125

XVI. Der Thermometrograph der Sternwarte zu Halle; vom Observator Dr. Winckler 127

Digitized by Google

Zweites Stück.

I. Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz; vom Dr. T. J. Seebeck (Fortsetzung) Seite 133

II. Neue Beiträge zur Kenntnifs der Feuermeteore und herabgefallenen Massen; von E. F. F. Chladni (Beschlufs der fünften Lieferung) 161

III. Ueber den Epistilbit, eine neue zur Familie der Zeolithe gehörige Mineralgattung; von Gustav Rose 183

IV. Notiz über Hrn. Professor Mitscherlich's Beobachtungen, den Dimorphismus des wasserhaltigen schwefelsauren Zinkoxydes und der wasserhaltigen schwefelsauren Magnesia betreffend; von Wilhelm Haidinger 191

Zusatz. Ueber die doppelte Form des schwefelsauren Nickeloxydes; von Hrn. Brooke 193

V. Ueber die Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoff und den Metallen; von Heinrich Rose 199

I. Ueber das sich beim Zutritt der Luft von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas 201

Zusammensetzung dieses Phosphorwasserstoffgases 204

Digitized by Google

VI. Chemische Untersuchung eines Lithion-Glimmers von Zinnwalde in Böhmen; von C. G. Gmelin 215

VII. Methode, Arsenik von Nickel und Kobalt zu scheiden; von F. Wöhler 227

VIII. Ueber die Trennung der Titansäure von der Zirkonerde; von J. J. Berzelius 231

IX. Versuch zur Beseitigung der vom Hrn. Professor und Ritter Parrot angegebenen Schwierigkeiten in der Theorie der Ebbe und Fluth; von M. Moritz Wilhelm Drobisch, Privatdocenten an der Universität zu Leipzig 233

X. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Intensität der magnetischen Kraft und über die täglichen Veränderungen in der Intensität des Erdmagnetismus; von Hrn. S. H. Christie 239

XI. Ueber die bei Tage beobachteten Sternschnuppenartigen Erscheinungen und ein zur Zeit einer Sonnenfinsterniss gesehenes ungewöhnliches Feuermeteor 244

Digitized by Google

Drittes Stück.

I. Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz; vom Dr. T. J. Seebeck (Beschluſs) Seite 253

II. Methode, die Thermometer zu berichtigen; vom Hrn. Professor Bessel zu Königsberg 287

III. Berichtigungen und Zusätze zu den in diesen Annalen Bd. III. St. 3 u. 4, enthaltenen Beobachtungen über die Intensität des Erdmagnetismus; von Chr. Hansteen 309

IV. Beitrag zur näheren Kenntniſs des Molybdäns; von J. J. Berzelius 331

Reduction des Molybdäns 332

Molybdänoxyd und dessen Salze 334

a. Molybdänoxyd auf trocknem Wege 334

b. Molybdänoxydhydrat 336

Molybdänoxydsalze 340

Molybdänchlorid, ein in fester und gasförmiger Gestalt dem Jod ähnlich aussehender Körper 341

V. Ueber das Verhalten der Kieselerde zu den Säuren; vom Dr. C. J. B. Karsten 351

Digitized by Google

VI. Eine neue magnetische oder elektromagnetische Beobachtung; vom Hrn. Hofrath Muncke zu Heidelberg 361

Viertes Stück.

I. Beitrag zur näheren Kenntnifs des Molybdäns; von J. J. Berzelius (Beschlufs)

Molybdänoxydul und dessen Salze Seite 369

Molybdänsäure und Salze, in welchen diese Basis ist 380

Blaues Molybdänoxyd und blaue Molybdänsalze 385

II. Untersuchung über das Brechungsvermögen der elastischen Flüssigkeiten; von Hrn. Dulong 393

III. Ueber die Schwefelsalze; von J. J. Berzelius 425

Ueber die Nomenklatur derselben 429

I. Wasserstoffgeschwefelte Salze 436

II. Kohlenstoffgeschwefelte Salze 444

IV. Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen; von G. S. Ohm 459

V. Ueber Schwefelcerium; vom Dr. Mosander 470

VI. Vorläufige Bemerkungen über metallisches Ei-

Digitized by Google

sen und seine Oxyde; von Fr. Stromeyer 471

VII. Ueber Lithionglimmer; von Hrn. Edward Turner, M. D. 477

VIII. Ueber die Art, das Lithion in Mineralien mittelst des Löthrohrs zu entdecken; von Hrn. Edward Turner, M. D. 485

IX. Ueber die Auffindung der Boraxsäure in Mineralien mittelst des Löthrohrs; von Hrn. Edward Turner, M. D. 489

X. Ueber die magnetisirende Kraft der brechbaren Strahlen des Sonnenlichtes; von Mistress Mary Somerville 493

XI. Beschreibung zweier neuen Mineralien, der Königine und des Beudantits; von Hrn. A. Levy 497

XII. Ueber das Brennen von comprimirtem Gase; von Hrn. Davies 500

XIII. Ueber die Einrichtung meteorologischer Instrumente, welche in Abwesenheit des Beobachters ihren Stand für einen gegebenen Augenblick oder für mehrere aufeinander folgende Zeiträume selbst anzeigen 502

XIV. Ueber die Krystallform des Polymignits und der phosphorsauren Yttererde 506

Digitized by Google

XV. Ueber die Wirkung der Schwefelsäure auf Alkohol und über die Natur der daraus hervorgehenden Verbindungen 508

XVI. Bestimmung der niedrigsten Temperatur, bei welcher das Eisenoxyd vollständig durch Wasserstoffgas reducirt wird; von Gustav Magnus 509

XVII. Ueber die Veränderungen an einigen alten Kupferlegirungen; vom Dr. John Davy 514

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1826, ERSTES STÜCK.

I.

Ueber die magnetiſche Polariſation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz;

von

Dr. T. J. Seebeck.

(Ausgezogen aus den ſo eben erſchienenen Denkſchriften für 1822 und 1823. Von den zu dieſer Abhandlung gehörigen Kupfertafeln No. III und No. V, wird die erſtere dem Februar- und die letztere dem Märzheft beigegeben werden.)

Aus meinen Unterſuchungen über den Magnetismus der galvaniſchen Ketten (Abh. d. K. Ak. 1820 — 21. p. 289) hatte ſich ergeben, daſs die Intenſität des Magnetismus dieſer Ketten in geradem Verhältniſs zu der Energie der durch den feuchten Leiter begründeten chemiſchen Action ſtehe, mit dieſer ſteige und falle; ferner, daſs, wenn auch in den gewöhnlich angewendeten und manchen anderen galvaniſchen Ketten ein feſtes und gleichförmiges Verhältniſs zwiſchen der magnetiſchen und elektriſchen Polariſation beſteht, — die letztere, den herrſchenden elektrochemiſchen und elektromagnetiſchen Theorien zufolge, als vom Berührungspunkte der Metalle mit einander ausgehend angenommen, — dieſes Verhältniſs dennoch nicht un-

Digitized by Google

veränderlich sey, sondern dass der feuchte Leiter auch auf die Lage der Metalle gegen die magnetischen Pole der Ketten einen entschiedenen Einfluss habe, und nicht selten gerade die entgegengesetzte Lage derselben von der, welche man als normal angesehen hatte, veranlasse.

Bei Fortsetzung der Untersuchungen über das gegenseitige Verhalten der elektrischen, chemischen und magnetischen Thätigkeiten in den galvanischen Ketten stiefs ich auf Erscheinungen, welche mir anzudeuten schienen, dass auch wohl zwei Metalle für sich, kreisförmig mit einander verbunden, ohne Mitwirkung irgend eines feuchten Leiters magnetisch werden möchten. Auch noch andere Gründe schienen dafür zu sprechen. Denn aus mehreren Thatsachen und namentlich aus den a. a. O. S. 346 erwähnten, schien hervorzugehen, dass nicht sowohl die Action an dem Berührungspunkte der Metalle mit einander, als vielmehr die Ungleichheit der Actionen an den beiden Berührungspunkten der Metalle mit dem feuchten Leiter die magnetische Polarisation der ganzen geschlossenen Kette begründe; auch war wohl nicht zu bezweifeln, dass selbst dann, wenn der Action am zuerst genannten Berührungspunkte ein Antheil an der Erregung des Magnetismus zugestanden werden müsse, doch schon das Uebergewicht der Action an einem der Berührungspunkte über die an den andern beiden Berührungspunkten eine magnetische Spannung veranlassen könne; und dieses, glaubte ich, berechtige wohl zu der Erwartung, dass bei irgend einem eintretenden Missverhältnifs in dem Zustande der Berührungspunkte zweier kreisförmig mit einander verbun-

Digitized by Google

denen Metalle eine magnetiſche Polariſation hervortreten könne.

Zu den erſten Verſuchen wählte ich zwei Metalle, welche ich, in den gewöhnlichen galvaniſchen Ketten mit *Kupfer* verbunden, in manchen Stücken abweichend und veränderlich gefunden hatte, *Wismuth* und *Antimon*. Durch beide ſah ich meine Erwartung erfüllt, doch war ihre Wirkung verſchieden.

1. Eine Scheibe von *Wismuth* unmittelbar auf einer *Kupferſcheibe* liegend, zwiſchen die beiden Enden eines im magnetiſchen Meridian liegenden ſpiralförmig gewundenen Kupferſtreifens von 40 Fuſs Länge und $2\frac{1}{2}$''' Breite gebracht, zeigte beim Schlieſsen des Kreiſes ſogleich eine deutliche Declination der Magnetnadel. Lag die Spirale gegen *Norden* und ihre Enden gegen *Süden*, ſo wich der Nordpol ($-m$) der Nadel (der Nordpol der Erde mit $+M$ bezeichnet), welche innerhalb der Nadel ſtand, um einige Grade *weſtlich* ab, wenn das obere Ende der Spirale auf die Wismuthſcheibe niedergedrückt wurde. Die Declination war dagegen *öſtlich*, wenn die Spirale im Süden und die Metallſcheibe im Norden lag.

Die Declination blieb dieſelbe der Richtung nach, nur war ſie ſchwächer, wenn die Kupferſcheibe oben und die Wismuthſcheibe unten lag; dieſs veranlaſste, bei den folgenden Verſuchen nur einfache Metallſcheiben mit der Spirale in Berührung zu bringen. Umkehrung der Spirale, ohne Aenderung ihrer Lage gegen die Weltgegenden, änderte die Declination nicht, woraus folgt, daſs nicht eine etwanige Verſchiedenheit in den Endſtreifen der Spirale die magnetiſche Spannung bewirkt habe. Ein einfacher bügelförmiger

Digitized by Google

Streifen von Kupferblech gab ähnliche aber ſchwächere Wirkungen als die Spirale.

2. Eine Scheibe von *Antimon* zwiſchen den Enden der Spirale oder des einfachen Kupferſtreifens verhielt ſich gerade umgekehrt wie die Wismuthſcheibe. Die Declination war *öſtlich*, wo ſie beim Wismuth *weſtlich* war, und umgekehrt; auch war ſie ſchwächer, als bei jenem, doch immer noch deutlich.

3. Als *Zink* mit der Kupferſpirale verbunden wurde, erfolgte *keine* Declination der Magnetnadel.

4. Eben ſo wenig erfolgte eine Declination, als eine Scheibe von *Silber* oder *Kupfer*, einzeln für ſich oder verbunden mit einer *Zinkſcheibe*, auf obige Art angewandt wurden.

5. Bei allen dieſen Verſuchen wurde die zu unterſuchende Metallſcheibe auf das untere Ende der Spirale oder des einfachen Streifens gelegt und das obere frei ſchwebende Ende mit den Fingern niedergedrückt. Es konnte alſo die Frage aufgeworfen werden, ob nicht die Hand hier die Stelle des feuchten Leiters vertrete und ob nicht Wismuth und Antimon nur dadurch entgegengeſetzte Declinationen bewirken, daſs das eine unter Mitwirkung der Feuchtigkeit der Hand mit Kupfer + *E*, das andere — *E* werde.

Das gänzliche Ausbleiben einer magnetiſchen Spannung bei Verbindung des Zinks mit dem Kupferſtreifen, wo dieſer Annahme noch eine ſtärkere Spannung hätte erfolgen ſollen, muſste ſchon dagegen Bedenken erregen. Allein nach beſtimmter zeigte ſich, daſs die Feuchtigkeit der Hand nicht mitwirken könne, als das obere Ende der Spirale mittelſt einer mit Waſſer benetzten Pappſcheibe auf die Wismuthſcheibe

Digitized by Google

gedrückt wurde, und *keine* Declination Statt fand, ferner auch, als nach Benetzung der Pappe mit Salzsäure eine Declination erfolgte die der früheren entgegengesetzt war.

6. Vollständig wurde aber die Annahme, dafs wir es hier nur mit gewöhnlichen galvanischen Ketten zu thun haben dadurch widerlegt, dafs auch dann noch, wenn das obere schwebende Ende des Kupferstreifens mit einem Stäbchen von irgend einem Metall auf die Wismuth- oder Antimonscheibe niedergedrückt wurde, ja dafs selbst dann, wenn das obere Ende der Spirale, welche mit der Wismuth- oder Antimonscheibe in Berührung stand, mit einer trocknen dünnen Glasscheibe bedeckt war, und diese mit der Hand berührt wurde, und einige Zeit in Berührung blieb, innerhalb der geschlossenen Kreise ganz dieselben, obwohl schwächeren, Declinationen erfolgten, als bei unmittelbarer Berührung der die Kette bildenden Metalle mit der Hand. Es konnte also auch keine Elektricitätserregung durch den Contact jener beiden Metalle mit der Hand, als trocknen Körper angesehen, die magnetische Spannung bewirkt haben.

7. Als das obere Ende der Spirale auf der Wismuthscheibe befestigt, und das untere Ende derselben an die untere Fläche des Wismuths mit der Hand gedrückt wurde, war die Declination der in § 1. angegebenen entgegengesetzt. Es zeigte sich keine Declination, als *beide* Enden der Spirale zugleich mit den Fingern an die Wismuthscheibe gedrückt wurden.

8. Mit andern Metallen als Kupfer, namentlich mit dünnen 18 bis 24″ langen und 4 bis 6‴ breiten Streifen von Zink, Zinn, Blei, Silber und Platin, gab

Digitized by Google

Wismuth wie mit den Kupferſtreifen eine *weſtliche* Declination, wenn der Bogen mit der Bouſſole innerhalb deſſelben gegen Norden, Wismuth in Süden lag, und die Kette *oben* mit der Hand geſchloſſen wurde. *Antimon* bewirkte mit allen jenen Metallſtreifen unter obigen Bedingungen eine *öſtliche* Declination. *Kupfer* zwiſchen dieſen Metallbogen zeigte keine Wirkung.

9. *Nickel, Kobalt* und *Uran* verhielten ſich bei Verbindung mit der Spirale von Kupferblech dem *Wismuth* gleich; dagegen Eiſen, *Stahl, Arſenik* und *Tellur* dem *Antimon* gleich.

Dem *Kupfer* gleich verhielt ſich *Zink, Blei, Zinn, Queckſilber, Silber, Gold, Platina, Palladium, Chrom* und *Meſſing*. Keines derſelben gab bei Schlieſsung mit der Spirale eine wahrnehmbare Declination.

10. Von anderen Subſtanzen wirkten Bleiglanz, Schwefelkies, Kupferkies, Arſenikkies, Kupfernickel, weiſser Speiskobalt wie *Wismuth*; Kupferglas, Buntkupfererz und blättriger Magnetkies aber wie *Antimon*.

11. Bei allen dieſen Verſuchen war die Wirkung am ſtärkſten, wenn die Metalle und Erze unmittelbar mit der Hand berührt wurden, ſie waren ſchwächer wenn die Schlieſsung mit dünnen Zwiſchenkörpern geſchah (welche aber nicht zwiſchen der Spirale und dem zu unterſuchenden Metalle oder Erze liegen durften, wenn ſie unmetalliſch waren, ſondern auf beiden), ja es fiel jede Wirkung auf die Magnetnadel weg, wenn die Enden der Spirale mit 2 Fuſs langen Glas-, Holz- oder Metallſtangen auf die Metallſcheiben niedergedrückt wurden. Doch bald zeigte ſich eine Bewegung der Magnetnadel, wenn die Hand an das untere Ende der Metallſtangen, nahe dem Orte, wo ſie

Digitized by Google

den Bogen berührten, gelegt wurde, und wenn sie dort einige Zeit verweilte. Nach diesen Erfahrungen mufste sich der Gedanke aufdrängen, dafs nur die *Wärme*, welche sich von der Hand dem einen Berührungspunkte mittheilt, die Ursache des Magnetismus in diesen zweigliedrigen Ketten seyn möchte. Demnach war zu erwarten, dafs ein höherer Grad von Temperatur als der, welcher den Metallen von der Hand mitgetheilt werden konnte, auch eine höhere magnetische Spannung bewirken müsse. Dieſs bestätigen von mehreren im Originale enthaltenen Versuchen unter andern die folgenden.

12—14. Eine *Wismuthscheibe* wurde mit den beiden Enden der Kupferspirale in Berührung gebracht, *unter* die geschlossene Kette eine *kalte*, und *auf* dieselbe eine über einer Lampe *erwärmte* Kupferscheibe gelegt. Sogleich wich die Magnetnadel bleibend um 17° nach Westen ab. Wurde aber die *warme* Kupferscheibe *unter* den das Wismuth berührenden Kupferstreifen gelegt, so erfolgte eine eben so grofse *östliche* Declination. Wurde hier *Antimon* statt des *Wismuths* genommen, so wich die Nadel nach entgegengesetzten Seiten um 9 bis 10° ab.

15. Stäbe von *Wismuth* oder *Antimon*, 5 bis 24″ lang, an dem einen Ende erwärmt und unmittelbar mit der Spirale oder dem einfachen Metallbogen verbunden, verhielten sich wie Scheiben aus diesen Metallen. Die Declination *innerhalb* des Kupferbogens *K* (Fig. 1 und 2) ist, wenn der Stab in Süden und der Bogen in Norden steht, beim Wismuth (*W*) östlich, wenn das *warme* Ende *unten*, und *westlich*, wenn das warme Ende *oben* liegt. Beim Antimon (*A*) ist die

Digitized by Google

Declination im erſten Falle *weſtlich*, und im letzteren, *öſtlich*. Die Declinationen *ober*halb und *unter*halb des Bogens ſind denen *inner*halb deſſelben entgegengeſetzt.

16. Eine *Wismuth-* oder *Antimonſtange* genau in der Mitte erwärmt, giebt, bei Anlegung ihrer Enden an die Spiralenden, keine Declination. Werden beide Enden einer ſolchen Stange zugleich und gleich ſtark erwärmt, oder iſt die ganze Stange gleichförmig erwärmt worden, ſo kann eine Declination erfolgen oder nicht, je nachdem beim Schlieſsen die Spiralenden freiſchwebend ſind oder einen und den andern Körper berühren. Iſt die Unterlage des einen Spiralendes ein ſchlechter Wärmeleiter, wie z. B. Pappe oder Holz, ſo kann dieſs Ende bei Berührung mit der Stange ſich leicht als das wärmere verhalten und alsdann eine Declination erfolgen. Iſt aber die Unterlage ein beſſerer Wärmeleiter, z. B. Metall oder Stein, ſo kann die Declination die entgegengeſetzte ſeyn, weil die warme Stange ſich hier ſchneller abkühlt, als am anderen Ende. Eine an beiden Enden gleich warme Metallſtange mit den freiſchwebenden Enden der Spirale gleichzeitig verbunden, giebt keine Declination.

17. Eben ſo verhielten ſich bei gleichem Verfahren die übrigen in § 8 und 9. angeführten Metalle.

18. Aus allen dieſen Verſuchen geht hervor, daſs die erſte und wichtigſte Bedingung der Erſcheinung des *freien Magnetismus* in dieſen metalliſchen Kreiſen *Differenz der Temperatur an beiden Berührungspunkten der Glieder iſt*. Magnetismus wird entſchieden auch dann noch erregt, wenn beide Berührungspunkte der Metalle oder Erze zugleich und gleich ſtark

Digitized by Google

erwärmt werden; eine Wirkung auf die Magnetnadel kann aber hier nicht Statt finden, weil durch dieſs Verfahren eine doppelte und entgegengeſetzte magnetiſche Polarität, von überall gleicher Stärke in dem Kreiſe hervor gerufen wird. Auch durch die Berührung der Halbkreiſe für ſich muſs Magnetismus erregt werden, er bleibt aber *latent*, weil die Action der beiden Metalle auf einander an beiden Punkten von gleicher Stärke, aber entgegengeſetzter Richtung iſt.

19. Künſtliche *Erkältung* eines der beiden Berührungspunkte wird alſo eben ſowohl wie *Erwärmung* eine magnetiſche Spannung hervorbringen müſſen, wie es auch die Erfahrung beſtätigt hat. Hier nur die Reſultate eines ſpäteren mit Hrn. H. Rose gemeinſchaftlich angeſtellten Verſuches. Ein Ring halb aus *Antimon* von o″,5 dickem und halb aus dünnem o″,5 breitem Kupferblech beſtehend, wurde in eine Miſchung aus 2 Thl. Schnee und 3 Thl. fein gepulvertem ſalzſauren Kalk geſtellt, und zwar ſo, daſs *Antimon* im Süden und *Kupfer* im Norden ſtand. Die Magnetnadel innerhalb des Kreiſes wich bleibend um 8° *öſtlich* ab, als, bei — 6° *R* im Zimmer, der untere Berührungspunkt bis — 38° *R* erkaltet war. Innerhalb eines viereckigen Rahmens aus zuſammengelöthetem *Wismuth* und *Antimon* wich die Nadel um 35° weſtlich ab, und hielt ſich faſt eine halbe Stunde ſo, als *Wismuth* im Süden und *Antimon* im Norden ſtand, der *untere* Berührungspunkt — 43° *R* und der obere — 6° *R* hatte.

20. *Je gröſser die Differenz der Temperatur an beiden Berührungspunkten iſt, um ſo ſtärker*, doch nicht überall gleichförmig mit derſelben ſteigend, *iſt*

Digitized by Google

die magnetiſche Spannung in dieſen Ketten, namentlich in den aus den reineren Metallen gebildeten. Die Ketten aus Metall-Legirungen ſcheinen hievon eine Ausnahme zu machen, wie man weiterhin finden wird. Gleichgültig iſt es womit die Erwärmung geſchieht; ferner ob nur *eines* der beiden Metalle erwärmt iſt, und *welches*, oder ob *beide* zugleich erwärmt worden; doch iſt im letzteren Falle die magnetiſche Polariſation in der Regel ſtärker. Da der andere Berührungspunkt nicht erwärmt werden darf, ſo muſs man den beiden Gliedern der Kette eine ihrer Wärmeleitungsfähigkeit angemeſſene und mit der angewandten Hitze zu vergröſsernde Länge geben. Auch müſſen die beſſeren Wärmeleiter um ſo dünner ſeyn, je kürzer ſie ſind, und je dicker die Metallſtangen, deſto länger müſſen ſie ſeyn, wenn ſtarke Wirkung erfolgen ſoll.

21. Vergröſserung der Oberfläche der ſich berührenden Metalle ſcheint die Wirkung nicht zu verſtärken. Wismuth- und Antimonſcheiben von 6″ ins Gevierte, verbunden mit Kupferſcheiben von gleicher Gröſse, gaben keine ſtärkere Declination, als Scheiben von 1″,5 Durchmeſſer, bei gleich ſtarker Erhitzung des ſie verbindenden Kupferbogens.

22. *Unmittelbare Berührung der Metalle iſt eine zweite weſentliche Bedingung zur magnetiſchen Polariſation derſelben durch Temperaturdifferenz.* Ein Blatt Papier, ein Goldſchlägerhäutchen oder eine mit Waſſer benetzte Pappſcheibe zwiſchen die Metalle vom kalten Berührungspunkt geſchoben, hebt alle Wirkung auf die Magnetnadel auf; Pappſcheiben mit Säuren oder Alkalien getränkt, erzeugen natürlich eine galvaniſche Kette.

Digitized by Google

23 — 25. Je vollkommner die Verbindung der beiden Metalle ist, desto stärker ist ihr Magnetismus; deshalb wirken sie, durch Schmelzung mit einander verbunden, stärker, als wenn sie sich blofs äufserlich berühren. Solch ein Apparat, wie z. B. Fig. 3 aus zufammengelöthetem *Wismuth* und *Kupfer*, da er gegen die oxydirende Einwirkung der Luft geschützt ist, eignet sich vorzüglich, die § 15 bis 20 angeführten Erscheinungen — der Steigerung, Schwächung, Aufhebung und Umkehrung der Polarität — bei einseitiger oder beiderseitiger Erwärmung oder Erkältung der Berührungspunkte zu zeigen. Hier die Uebersicht der Wirkung einer solchen Kette aus *Wismuth* und *Kupfer* (*B* und *K* in Fig. 3) auf Declinations- und Inclinationsnadel.

Declination

zwischen *KB* bei Erwärmung von *a westlich* } stärker
- *KB* - - - *b östlich* }

über *K* / unter *B* } - - - *a östlich* }
über *K* / unter *B* } - - - *b westlich* } schwächer

Inclination einer horizontal und *B* parallel gestellten Magnetnadel.

An der Oftseite von *B* *Erhebung* des *n* Pols }
- - - - *K* Senkung - - - }
- - Westseite von *B* Senkung - - - } bei Erwärmung von *a*
- - - - *K* *Erhebung* - - - }

Entgegengesetzte Inclinationen finden bei Erwärmung von *b* Statt.

26 u. 27. Diese durch Temperaturdifferenz magnetischen Kreise gleichen demnach in ihrem Verhalten gegen die Magnetnadel vollkommen den galvanischen Ketten, es mufs also auch die magnetische Thä-

Digitized by Google

tigkeit in ihnen nach demſelben Geſetze vertheilt ſey
(S. Denkſchrift der K. Akad. von 1820 — 21 § 9. und
§ 23. a. E.).

Es iſt alſo in Rectangeln wie Fig. 3 und in Ringen wie Fig. 4
ein die Metalle erfüllender und umgebender magnetiſcher Wirkungs-
kreis um eine mitten durch die Metalle gehende Achſe ſo *geſtellt*,
daſs + *m* und — *m* kreisförmige, einander entgegengeſetzte Rich-
tungen in jeder auf der Ebene der Metallringe perpendikulär ſte-
henden Durchſchnittsebene haben, oder, anders ausgedrückt, jeder
in einer ſolchen Durchſchnittsebene vom Mittelpunkt der Metalle
ausgehende Radius iſt auf der einen Seite + *m*, auf der entgegen-
geſetzten Seite — *m*, und dieſs in ſolcher Folge und Ordnung, daſs
jedem + *m* des einen Radius, ein — *m* des zunächſt folgenden zu-
gekehrt iſt. Die Achſen dieſer einfachen magnetiſchen Atmoſphä-
ren in den Ketten wie Fig. 4 ſind alſo Kreiſe.

Da nun alle einander diametral gegenüberſtehende Theile der
magnetiſchen Atmoſphäre eines ſolchen Metallringes in einander
greifen, und da jedes urſprüngliche + *m* und — *m* in der *innern*
Hälfte des Ringes durch ein zweites + *m* und — *m*, welche
durch die Thätigkeit am diametral gegenüber liegenden Theile des
Ringes geſetzt iſt, wegen *gleicher* Richtung beider, eine Verſtärkung
erhält: jedes + *m* und — *m* der äuſsern Hälfte des Ringes aber
durch das zweite eingreifende + *m* und — *m*, wegen entgegenge-
ſetzter Richtung beider, eine Schwächung erleidet (o. a. Abhand.
§ 13.) ſo bekommt + *m* und — *m* in der *innern* Hälfte des Ringes
ein Uebergewicht über + *m* und — *m* an der *äuſsern* Hälfte, d. h.
der ganze geſchloſſene Kreis erhält hiedurch *magnetiſche* Pole und
es wird hiedurch die eine Seite (Grundfläche) des Ringes *n* Pol die
andere *s* Pol.

Zur Erläuterung des oben Geſagten füge ich noch Fig. 5 hin-
zu, wo *A* und *B* zwei einander diametral entgegenſtehende Durch-
ſchnittsebenen des Ringes von Antimon und Wismuth vorſtellen.
An *allen* Radien ſind + *m* und — *m*, innerhalb und auſserhalb der
Metalle, auf die hier angegebene Art vertheilt. In der innern
Hälfte der Durchſchnitte des Ringes, *Ar*, *Br* haben + und — gleiche
Richtungen; das urſprüngliche + und — des Radius *Ar* erhä-

Digitized by Google

durch ein + und —, welches der äuſseren Atmoſphäre von *B* angehört, einen Zuwachs, und eben ſo wird das urſprüngliche + und — von *B* durch ein von + und — *A* her verſtärkt. Der magnetiſche Wirkungskreis von *B* reicht aber über *rA*, und der von *A* über *rB* hinaus; jener wird alſo das urſprüngliche — und + von *A* bis *r'*, dieſer das urſprüngliche — und + von *B* bis *r'* ſchwächen, weil — und + an den Radien der äuſseren Hälfte des Ringes *Ar'* und *Br'* eine entgegengeſetzte Lage haben von dem + und — der in ſie eingreifenden Atmoſphären von *B* und *A*. Daſſelbe gilt für alle *Ar*, *Br*, und *Ar'*, *Br'* nahe liegenden Radien, woraus denn hervorgeht, daſs + *m* und — *m* in der *innern* Hälfte der Ringe ein *Uebergewicht* haben muſs über — *m* und + *m* in der *äuſseren* Hälfte. Da nun alle übrige auf der Ebene der Ringe perpendikulär ſtehende Durchſchnittsebenen ſich eben ſo verhalten, ſo erhält der Ring dadurch faſt ſtehende Pole, wie ſie die Pfeile in der Mitte von Fig. 5 andeuten.

Die Stärke der urſprünglich magnetiſchen Spannung iſt in allen von den Mittelpunkten *A* und *B* gleich weit abſtehenden Punkten als gleich anzuſehen. Da aber ein ſolcher Punkt nicht bloſs mit dem in ihm ſelbſt hervortretenden $\pm m$, ſondern zugleich mit einem ihm von den entgegengeſetzten Theilen der Atmoſphäre mitgetheilten $\pm m$ oder $\mp m$ wirkt, ſo muſs hiedurch, wie leicht einzuſehen, die Lage der Achſe der magnetiſchen Atmoſphäre im Innern der Metalle verändert, und etwas weiter nach dem äuſsern Umkreis des Ringes zugerückt erſcheinen (o. a. Abhandl. §. 28). Die Stärke der magnetiſchen Spannung innerhalb des Metalles ſteht aber überall (d. h. in der ganzen inneren Maſſe) in *geradem* Verhältniſs zu dem Abſtande von der Achſe der magnetiſchen Atmoſphäre; *auſserhalb* der Metalle dagegen im *umgekehrten* Verhältniſſe zu dem Abſtande von jener Achſe; die Stärke von $\pm m$ nimmt alſo vom Mittelpunkt jeder transverſalen Durchſchnittsebene an bis zur Oberfläche der Metalle, an allen Radien, in irgend einem, noch auszumittelnden, Verhältniſſe zu, und von der Oberfläche der Metalle an, in irgend einem Verhältniſſe ab.

Solche durch Temperaturdifferenz magnetiſche Metallringe werden ſich alſo, ſchwebend aufgehangen,

Digitized by Google

eben ſowohl gegen die Erdpole richten können, wi jede Magnetnadel, und die durch die Action der gal vaniſchen Ketten magnetiſch gewordenen Drahtring Ampère's.

28. Hohle Cylinder, ihrer Länge nach aus zwe Metallen zuſammengefügt, wirken gewöhnlichen Magnetſtäben ähnlicher und ſtärker als bloſse Ringe, wenn ſie in der *einen* Berührungslinie durch heiſse Bolzen von gehöriger Länge oder durch eine Reihe von Lampen erwärmt werden. Ein 8″ langer und in Lichten 4″ weiter Cylinder von 6‴ dickem *Antimon* und 0‴,5 dickem *Kupferblech*, gab eine ruhende Declination der Magnetnadel von 75°, wenn die Bouſſole die Enden des Cylinders berührte; und es wurde in *n* Fig. 6 der *s* Pol der Nadel, in *s* der *n* Pol der Nadel angezogen. Die Pfeile in Fig. 6 bezeichnen die Richtung von + *m* und — *m* in der magnetiſchen Atmoſphäre des Cylinders, und die Nadel *sn* zeigt die Declination auſsen in der Mitte des Cylinders an. Aus dieſem allen iſt zu erſehen, daſs der magnetiſche Cylinder den gewöhnlichen Magnetſtäben in der äuſseren Wirkung auf die Declinationsbouſſole ganz gleich iſt. Antimon und Kupfer waren in dem Apparate Fig. 6 durch Schmelzung mit einander verbunden.

29. Das magnetiſche Verhalten der reineren Metalle ſcheint feſt und unveränderlich zu ſeyn und nur durch Zumiſchung anderer Metalle verändert zu werden, doch auch dieſs nicht in allen Fällen. Eine Kette, in welcher *Kupfer* mit flieſsendem *Wismuth* verbunden iſt, erhält dieſelbe magnetiſche Polarität, wie bei der Berührung mit der Hand, nur eine ſtärkere. Die ruhende Declination einer Magnetnadel *ns*

Digitized by Google

in dem Apparate Fig. 7, wo Wismuth in einem kleinen kupfernen Keſſel in Fluſs erhalten wurde, betrug nach Schlieſsung mit einer Wismuthſtange, die an dem Kupferblechſtreifen *K* befeſtigt war, 60° *öſtlich*. Bei der Erwärmung durch die Hand war ſie 5 — 6° *öſtlich* geweſen. Eben ſo zeigten Bogen von Kupfer, verbunden mit flieſsenden *Zinn*, *Blei*, *Zink*, *Antimon*, *Meſſing* und *Silber*; desgleichen Bogen von *Blei* mit flieſsendem *Zinn* oder umgekehrt *Zinn*bogen mit flieſsendem *Blei*, auch Bogen von reinem *Golde* mit flieſsendem *Silber* oder *Kupfer* — unverändert dieſelbe Art von Polarität, welche dieſe Ketten in niederer Temperatur gezeigt hatten, nur war die Stärke derſelben der jederzeit angewandten Hitze und der dadurch bewirkten Temperaturdifferenz proportional. Das im Tiegel geſchmolzene Metall wurde entweder mit den Enden eines aus den beiden zu unterſuchenden Metallen zuſammengeſetzten Bügels in Berührung gebracht, oder es wurde das eine Ende eines *einfachen* Metallbogens früher, und das andere ſpäter in das zweite flieſsende Metall gebracht. Die Wirkung iſt, wie es ſeyn muſs, in beiden Fällen derſelben Art, nur im erſteren Falle ſtärker. Dabei kann ein beträchtlicher Theil beider Metalle flüſſig werden, ohne daſs die Wirkung der Kette aufhört, mit ſteigender Temperatur zuzunehmen, worüber im Originale p. 18 die näheren Umſtände enthalten ſind. Ketten, die nach der erſten Methode conſtruirt waren, gaben unter andern folgende Declinationen der Magnetnadel.

Flieſsendes *Wismuth*	mit *Kupfer*	60°	ruhende Declination
- *Zinn*	- *Kupfer*	12°	
- *Zink*	- *Kupfer*	25°	

Digitized by Google

Fliefsendes *Silber* mit *Kupfer*	50° — 60°	erfte Schwingung der Nadel.
- *Meffing* - *Kupfer*	80°	
- *Antimon* - *Kupfer*	90°	

30 — 32. Das Verfahren, welches bei Unterfuchung des magnetifchen Verhaltens zweier Metalle gegeneinander am häufigften angewandt wurde, war folgendes. Die Metalle wurden wie in Fig. 1 und 2 mit einander verbunden, und unter den Metallbogen bei *b* eine heifse Scheibe gelegt, entweder von demfelben Metalle, wie das, was unterfucht wurde und die Stelle von *A* und *B* vertrat, oder, wo diefs nicht gefchehen konnte, eine von oxydirtem Kupfer. Das letztere Verfahren ift das ficherfte, vor allem wenn man kleine Metallkörner zu unterfuchen hat; nur darf die Kupferfcheibe nie das zwifchen den Bogen ftehende Metall berühren.

Durch eine grofse Anzahl folcher Verfuche ergab fich, dafs die Metalle eine befondere *magnetifche* Reihe bilden, die mit keiner der bekannten, aus andern Eigenfchaften der Metalle abgeleiteten Reihe übereinftimmt. *Jedes* Metall diefer Reihe bewirkt, wenn es in die Fig. 1 und 2 angegebene Lage gebracht und in *b* erwärmt wird, mit jedem in der Reihe *über* ihm ftehenden (hier nun an die Stelle von *B* und *A*, Fig. 1 und 2 tretenden) Metalle eine *öftliche* Declination und mit jedem der in der Reihe unter ihm ftehenden eine *weftliche* Declination der im Innern des Kreifes fchwebenden Magnetnadel*).

*) Das Original enthält über die Declinationen, wie fie durch je zwei verfchiedene Metalle, unter den obigen Bedingungen, hervorgebracht werden, eine ausführliche Tabelle, welche zur Raumerfparung hier weggelaffen ift. Bei richtiger Einficht in die oben ftehende Reihe kann man auch alle einzelnen Refultate wieder aus derfelben ableiten. Diefe Reihe enthält übrigens die Refultate aller vom Verfaffer bis zum 11. Febr. 1822 angeftellten Verfuche, und aufserdem noch einige fpätere, die zur Unterfcheidung von den übrigen mit * bezeichnet find. (*P.*)

Digitized by Google

Oeſtlich.

1. Wismuth, *a*) wie es hier im Handel vorkommt, enthält etwas Eiſen und Schwefel.
b) aus reinem Oxyd von Hrn. H. Rose reducirt.

2. Nickel, *a*) vom verſtorb. Richter dargeſtellt.
b) von Hrn. Frick aus reinem Oxyde hergeſtellt.

3. Kobalt, *a*) von Hrn. Hermbſtädt, nicht ganz frei von Eiſen.
b) von Hrn. Bergmann } Die letzteren beide etwas
**c*) von Hrn. Barruel } ſtärker als das erſtere mit Kupfer No. 1. wirkend.

4. Palladium, *a*) von Hrn. Wollaston.
**b*) von Hrn. Barruel.

5. Platina No. 1. *a*) *reine*, mehrere Stücke von Hrn. Bergemann, Frick, Jeanetty, Wollaston gereinigt,
b) ein Tiegel aus Klaproth's Laboratorium.

6. Uran, von Hrn. Bergemann, Eiſen enthaltend.

7. Kupfer No. 0. *zwei zu verſchiedenen Zeiten von Hrn. Bergemann aus reinem Oxyd mit ſchwarzem Fluſs reducirte Körner.

8. Mangan*, *a*) reducirt von Hrn. Poggendorff.
b) von Hrn. Barruel.

9. Titan*, aus Eiſenſchlacken von der Königshütte in Oberſchleſien ausgeſchieden, von Hrn. Karsten.

10. Meſſing No. 1.

11. Gold No. 1. eine Stange von ungriſchem Ducatengolde, nach Hrn. H. Rose, 90,00 Gold, 0,66 Silber und 0,34 Kupfer und Eiſen enthaltend.

12. Kupfer No. 1. *a*) hier im Handel vorkommend, enthält nach Hrn. H. Rose weder Silber, Eiſen, Blei noch Schwefel.

Digitized by Google

*b) geſchmolzenes von Neuſtadt-Eberswalde.
α) welches die Hammergare hatte.
β) welches noch nicht hammergar war.
γ) welches über die Hammergare hinausgetrieben war.

13. Meſſing No. 2.

14. Platina No. 2. ein kleines geſchmiedetes Stück, unbekannten Urſprungs.

15. Queckſilber, vom reinſten im Handel vorkommenden.

16. Blei, a) käufliches.
b) reines von Hrn. Karsten.

17. Zinn, a) engliſches.
b) böhmiſches.

18. Platina No. 3. eine Stange 1802 von Jeanetty erſtanden.

19. Chrom. ein kleines von Hrn. Bergemann reducirtes Korn, von ſtahlgrauer Härte.

20. Molybdän*, von Hrn. Barruel.

21. Kupfer No. 2. hier im Handel vorkommend, enthält nach Hrn. H. Rose gleichfalls weder Silber, Eiſen, Blei noch Schwefel.

22. Rhodium, a) von Hrn. Wollaston.
*b) von Hrn. Barruel.

23. Iridium*, von Hrn. Barruel.

24. Gold No. 2. a) durch Antimon gereinigtes aus der Fabrik der Hrn. Hensel und Schumann.
*b) aus dem Oxyd reducirt von Hrn. Frick.

25. Silber, a) Kapellen-Silber in Stangen,
b) aus ſalzſaurem Silber reducirt von Hrn. Hermbſtädt.

26. Zink, a) ſchleſiſches, wie es in Handel gebracht wird,
*b) gereinigtes von Hrn. Bergemann; gab mit den meiſten Metallen eine ſtärkere Wirkung, als das erſtere.

Digitized by Google

17. Kupfer No. 3. Cämentkupfer, *a*) fowohl mit Eifen als *b*) mit Zink aus Kupfervitriol reducirt.

28. Wolfram*, aus reinem Oxyd mit Kohle reducirt von Hrn. Poggendorff.

29. Platina No. 4. *a*) der Deckel von dem oben angeführten Platinatiegel, *b*) ein Löffel, *c*) ein Spatel.

30. Cadmium, *a*) von Hrn. Bergemann, *b*) von Hrn. Stromeyer.

31. Stahl, mehrere Stücke englifchen und deutfchen Gufs- und Cämentftahls.

32. Eifen, *a*) von dem Beften hier im Handel vorkommenden Stangen und Blechen. **b*) chemifch reines Eifen von Berzelius.

33. Arfenik, fublimirtes, ganz reines.

34. Antimon, *a*) wie es im Handel vorkommt. **b*) reines von Hrn. Bergemann und **c*) von Hrn. H. Rose, Letzteres war wirkfamer als das käufliche.

35. Tellur, ein Korn, von Hrn. Bergemann aus dem Oxyd reducirt.

Weftlich.

Die Ortsbeftimmungen der Metalle in diefer Reihe gründen fich auf vielfach wiederholte Verfuche und können für die erften Grade der Temperaturdifferenz als ficher und unveränderlich angefehen werden, gelten auch für die meiften Metallcombinationen bei fehr beträchtlichen Temperaturdifferenzen der Berührungspunkte. Ausnahme machen einige nahe ftehende Metalle wie z. B. *Kobalt* gegen *Palladium*, *Queckfilber* gegen Platina 2, *Chrom* gegen *Zinn*, ferner die Stellen von Kupfer 3, Platina 4, und *Cadmium* in Bezug auf einander. Von den meiften diefer Metalle befafs der

Digitized by Google

Hr. Verf. nur kleine Körner und daher konnte ihr Verhalten gegen einander nicht auf die gewöhnliche Weiſe unterſucht werden. Sie wurden alſo vorläufig nach der gröſseren oder geringeren Stärke ihrer Wirkung mit anderen ihnen nahe ſtehenden Metallen geordnet, und dabei denen, welche in der Verbindung mit mehreren in der Mitte der Reihe ſtehenden Metallen die ſtärkſte Wirkung zeigten, eine Stelle näher nach den Enden der Reihe angewieſen. So wurden *Kobalt* über *Palladium* geſetzt, weil jenes in der Verbindung mit *Kupfer* 1 und *Gold* 1 ſtärker auf die Magnetnadel wirkte als dieſes. Und wegen eines gleichen Verhaltens von *Kupfer* 3, *Platina* 4 und *Cadmium* gegen *Silber* und *Zink* wurden jene drei Metalle in der angegebenen Ordnung unter *Zink* geſtellt. Später angeſtellte Verſuche mit Streifen von *Palladium* und *Cadmium* beſtätigten es, daſs die dem *Kobalt*, ſo wie dem *Kupfer* 3 und *Platin* 4 in der vorhergehenden Tafel angewieſenen Stellen ihnen auch nach ihrer magnetiſchen Polariſation in der unmittelbaren Verbindung mit den erſtgenannten beiden Metallen zukommen.

Werden zwei mit einander verbundene Metalle mit ihrem *n* Pol nach Norden gerichtet, ſo ſteht, wenn der *warme* Berührungspunkt ſich *unten* befindet, das in dieſer magnetiſchen Reihe höherſtehende Metall im *Oſten*, das in der *Reihe* tiefer ſtehende im *Weſten* und in dieſer Beziehung wird alſo *Wismuth* das *öſtliche* und *Tellur* (ſo wie nächſt dieſem *Antimon*) das weſtliche Metall der *magnetiſchen Reihe* zu nennen ſeyn.

(Fortſetzung folgt.)

Digitized by Google

II.

Neue Beiträge zur Kenntniſs der Feuermeteore und der herabgefallenen Maſſen;

von

E. F. F. Chladni.

Fünfte Lieferung.

(Die erſte Lieferung findet ſich in B. 68, St. 4, Jahrg. 1821, St. 8, S. 329; die zweite B. 71, St. 4, J. 1822, St. 8, S. 339; die dritte B. 75, St. 3, J. 1823, St. 11, S. 229; und die vierte B. 78, St. 2, J. 1824, St. 10. S. 151.)

I. Nachträge zu den Verzeichniſſen herabgefallener Maſſen.

? In *Hortleder vom deutſchen Kriege Carls des V.* Gotha 1648, fol. B. III. Cap. 31, in einer aus dem Italieniſchen überſetzten Beſchreibung dieſes Krieges von Hieronymus Faletus, welche zu Venedig 1552 erſchienen, findet ſich S. 712 folgende Bemerkung bei Erwähnung eines niedergefallenen Meteors: „welches „auch vor Zeiten den Athenienſern begegnet, ehe ſie „ihr Reich verloren. Denn wie ihnen ein Feuer in „der Luft in blutiger Farbe erſchien, auch ein groſser „Stein vom Himmel herab in ihre Stadt fiel, wurden „ſie von den Römern ſehr heftig belagert, und end„lich unter ihr Joch gebracht.“ Wenn ein ſolcher Meteorſteinfall in Athen Statt gefunden hat, ſo müſste es um das 2te Jahr der 173ſten Olympiade, oder ungefähr 87 Jahre vor unſrer Zeitrechnung geſchehen ſeyn. Nun kann ich aber im Dio Caſſius, in Plutarchs Sulla, und andern von mir nachgeſehenen ältern Geſchichtsſchreibern nichts davon finden; wer alſo die

Digitized by Google

erſte Quelle dieſer Nachricht auffinden kann, wird wohl thun, wenn er ſie anzeigt.

Nach Dio Cassius, *Hist. Rom.* lib. XL. cap. 43, iſt unter dem Conſulat von Cnejus Calvinus und Marcus Messala, im 701ſten Jahre nach der Erbauung von Rom, alſo etwa 51 Jahre vor unſerer Zeitrechnung, eine Feuerkugel von S nach O gezogen, und es ſind Steine, Erde und eine dem Blute ähnliche Subſtanz niedergefallen, (*πολλοὶ δὲ καὶ βῶλοι, λίθοι τε καὶ ὄστρακα καὶ αἷμα διὰ τοῦ ἄέρος ἠνέχθη*). Dieſes könnte vielleicht identiſch ſeyn mit dem in meinem Buche S. 179 ſchon erwähnten Ereigniſſe, wo, nach Plinius, *Hist. nat.* II. 57, und nach Julius Obsequens unter dem Conſulat des L. Paulus und C. Marcellus Steine herabgefallen ſind, an denen man Wirkungen des Feuers bemerkt hat (lateribus coctis pluit) während Annius Milo über eine Rechtsſache ſprach. Der Unterſchied in der gemeldeten Zeit kann etwa ein Jahr betragen, wo vielleicht eine Nachricht nicht genau genug aufgezeichnet ſeyn mag.

Im Jahre 820 nach C. G. war ein Meteorſteinfall (wobei der Hagel, wie mehrmals, vielleicht ein Zuſatz des Chronikenſchreibers mag geweſen ſeyn), nach *Ann. Franc. Fuldens.*, wo geſagt iſt: Cum ipsa grandine lapides ingentis ponderis decidere sunt visi. Auch Fauchet (vermuthlich in ſeinen *antiquités et histoires françaises et gauloises*) ſagt, es wären de vrayes pierres bien grosses et pesantes gefallen. Aus Fr. Schnurrer's *Chronik der Seuchen* *), Tübingen 823. 8 B. 1. S. 173.

*) Das Buch iſt meines Erachtens ſehr lehrreich, es ſind auch

1057 fielen unter einem Hagel (?) Meteorſteine von beträchtlicher Gröſse. *Add. ad Hermann. Contract.* (Dieſes Ereigniſs, und die 7 folgenden entlehne ich aus Schnurrer's *angef. Buche.* Die erſten Quellen ſelbſt nachzuſehen, wie ich ſonſt immer zu thun pflege, habe ich jetzt keine Gelegenheit.)

1095, den 4. April, in Frankreich mit einem Feuermeteore eine glühende Maſſe, durch welche, als man Waſſer darauf goſs, es mit Ziſchen in Dampf verwandelt ward, wie auch in der Dämmerung viele Sternſchnuppen in verſchiedenen Gegenden. Sigeb. Gemblac. ſagt: In multa terrarum parte pridie Non. Aprilis circa diluculum stellae complures de coelo in terram cecidisse visae sunt, inter quas unam maximam cum quidam in Francia stuperet, et notato loco, ubi labi visa est, cum aquam ibi fudisset, fumus cum fervoris sono inde exiret, magis stupuit.

? 1189, wahrſcheinlich ein Feuermeteor mit Niederfalle, (ſchwarze Vögel, die glühende Kohlen hielten, und auf die Häuſer fallen lieſsen.) *Onsorg. Chron. Bav.*

? 1191, wieder eben ſo. *Cnes. Annal.*

1222, Blutregen in Italien, zu Rom ſah man einen Tag und eine Nacht rothe Erde zu Boden fallen. *Godofr. Anon. Leob. Chron.*

? 1226, wieder Vögel mit glühenden Steinen in Schnäbeln und Krallen, wahrſcheinlich ein Feuermeteor mit Steinfalle. *Wolfii lect. mem.* Cent. XIII.

die Quellen gut benutzt, nur kann ich bei vielen erwähnten Naturbegebenheiten nicht glauben, dafs die Seuchen, welche ungefähr um dieſelbe Zeit Statt fanden, damit ſollten in Beziehung geſtanden haben. *Chl.*

Digitized by Google

Ueber dieſe Vögel wird hernach unter No. IV. noch Einiges geſagt werden.

? In der erſten Hälfte des 13ten Jahrhunderts ſoll ſich am 5. Mai mit Ungewitter bei Suhl ein Niederfall einer dem Fleiſche oder Fette ähnlichen Subſtanz ereignet haben, und zwar auf dem Hofe und der Scheune eines Bauern, in groſsen Stücken, welche hernach theils von Hunden und Vögeln weggeſchleppt worden, theils durch die Hitze der Sonne geſchmolzen ſind. In den *Addit. in Lamberti Schafnaburg. Chron.* wird geſagt: III. Non. Maji orta tempestate apud sylvam Loibin in villa Sule dicta, super cujusdam rustici solius horreum et curiam pluebat Dominus, non ut filiis Israel in deserto, sicut pulverem carnem, sed grossa carnium frusta in modum interioris pinguedinis. Quarum partem dum volucres et canes deportassent, reliquae circa vesperam solis ardore veluti glacies liquefactae sunt. (Aus Schnurrer's *angef. Buche*, I. S. 35). Die Begebenheit iſt der von mir ſchon erwähnten, ungefähr 459 Jahre vor unſerer Zeitrechnung geſchehenen, ähnlich, von welcher Livius, III, 10, ſagt: Inter alia prodigia et carnem pluit, quem imbrem ingens numerus avium intervolitando rapuisse fertur; quod intercidit, ita jacuisse per aliquot dies, ut nihil odor mutaret. Was für eine Subſtanz das möge geweſen ſeyn, darüber wird ſich wohl nicht eher beſtimmt urtheilen laſſen, als bis vielleicht einmal in künftigen Zeiten ſich etwas Aehnliches ereignet und genauer unterſucht wird.

1333, Blutregen in China zu Pien-tscheu und Leang-tscheu, nachher eine Subſtanz wie Federn im Bezirk von Tschang-te-fou. (Schnurrer im *angef.*

Digitized by Google

Buche, I. 315. Aus welcher Quelle die Nachricht genommen sey, ist nicht angegeben.)

(Wahrscheinlich mag sich auf dasselbe Ereigniss eine vom Freihrn. von Zach in seiner *Correspond. astron.* Vol. XII. cah. 1. p. 110 erwähnte fabelhafte Sage der Chinesen beziehen, nach welcher sie die Pest, welche dort im Jahre 1334 unter der Regierung des Kaisers Thouhan-Temur, den sie Schun-ti nennen, 5 Millionen Menschen soll weggerafft haben, und welche von da soll nach Europa gekommen seyn, wo sie auch sehr gewüthet hat, einem niedergefallenen Meteor zugeschrieben haben. Sie sagen, man habe einige Stunden lang (?) am Himmel eine vielfarbige Kugel gesehen, die bei ihrem Niederfallen auf die Erde viel Gestank verbreitet habe, wodurch die Pest sey verursacht worden. Dieser Dunst sey wieder in die Höhe gestiegen, und darauf sey viel giftiges Gewürm niedergefallen (!) Es wird dabei bemerkt, Mezeray erzähle fast dasselbe. Nun finde ich aber in dem *Abrégé chronologique ou extrait de l'histoire de France, par Mezeray*, tome II. p. 107, wo von dieser Pest die Rede ist, nichts von einer am Himmel gesehenen Erscheinung, es wird vielmehr gesagt, die Pest habe in China angefangen mit einem feurigen Dunst, der aus der Erde gekommen sey und mehr als 200 französische Meilen (lieues) Land, bis auf Bäume und Steine (!), verwüstet und die Luft so verdorben habe, dass viel giftiges Gewürm niedergefallen sey. Es ist Schade, dass das von Abel-Rémusat im *Journal de Physique*, tome LXXXVIII. Mai 1819, p. 348 bis 363 gegebene Verzeichniss chinesischer Meteorsteinfälle und merkwürdiger Feuermeteore von Ma-tuan-lin nicht

Digitized by Google

bis dahin, ſondern nur bis zum Jahre 1221 reicht, um welche Zeit Ma-tuan-lin ſchrieb, und daſs die ſpäterhin veranſtaltete Fortſetzung dieſes recht guten Verzeichniſſes nicht hat können von Abel-Rémusat mitgetheilt werden, weil ſie in der königlichen Bibliothek zu Paris nicht vorhanden iſt.)

(Zwei ältere, von mir noch nicht erwähnte Nachrichten von Stein- und Eiſenniederfällen, bei denen aber Zeit und Ort nicht angegeben ſind, finden ſich in Becher's *chemischem Laboratorium*, Frankfurt 1680, in der Zugabe, *experimenta chymica nova*, S. 65 f. und in der ſpätern lateiniſchen Ausgabe von Stahl, unter dem Titel: *Physica subterranea*, Lips. 1703, S. 602, und ſind von Hrn. Oberbergrath und Profeſſor Nöggerath im *Journal für Chemie von Schweigger, Neue Reihe*, B. 14, H. 3. S. 358 mitgetheilt. Nach Becher's Anführung ſchreibt Petermann Elterlein, im Lateiniſchen Elterlinus genannt, in ſeiner *ſchweizeriſchen Chronik*, „es ſey in einem gro„ſſen Ungewitter mit Abfallung vieler Steine eine gro„ſſe Laſt Eiſen vom Himmel gefallen, 16 Schuh lang „(!?), 15 breit (!?) und 2 dick; das Gewicht werde „auf 48000 Pfund geſchätzt.“ Dieſe Schätzung würde aber, wenn die angegebenen Dimenſionen richtig wären, viel zu gering ſeyn, und eine ſolche Maſſe würde die gröſsten bekanntgewordenen Maſſen in Süd-Amerika an Gröſse und Schwere übertreffen, auſser etwa die von Bougainville geſehene, welche auf 100000 Pfund ſchwer ſeyn ſoll, und der von Abel-Rémusat im *Journal de Physique*, Mai 1819, erwähnte Fels *Khadasoutsilao* im öſtlichen Aſien, welcher auf 40 Fuſs hoch, und der dortigen Sage nach auch vom

Digitized by Google

Himmel ſoll gefallen ſeyn. Ferner ſchreibt, nach Becher's Anführung, Paulus Merula in ſeiner *Cosmographia*, es wären 6 eiſerne Beile vom Himmel gefallen. Vielleicht Stein- oder Eiſenmaſſen, welchen die Einbildungskraft eine ſolche Geſtalt verliehen hat, oder ausgegrabene Streitäxte, die man ſonſt aus Unwiſſenheit öfters für Donnerkeile gehalten hat. Die angeführten Bücher von Elterlein und von Merula hätte ich gern ſelbſt nachgeſehen, konnte ihrer aber nicht habhaft werden.)

1792, den 27, 28 und 29 Auguſt, fiel drei Tage lang ohne Unterbrechung Staub in der Gegend von *La Paz in Peru*, nach einem im *Mercurio Peruano* Tom. VI. vom 7. December 1792 mitgetheilten Berichte von Don Nolano Crespo an die Sociedad academica de Amantes del Pais in Lima. Der Staub war aſchenartig, ohne etwas Bituminöſes, ohne ſalzigen Geſchmack, und ohne Geruch, nicht ſchwefelartig, einem caput mortuum ähnlich. Man war geneigt, es einem Vulkan zuzuſchreiben, es ließ ſich aber keiner auffinden, von dem es könnte hergekommen ſeyn. Verſchiedene haben 1 bis 9 Knalle gehört, Manche auch anderes Getöſe, und wollen auch den Himmel erleuchtet geſehen haben. Bei Einigen hat es Fieber und Kopfſchmerzen verurſacht.

1824, den 15. Januar, zwiſchen 9 und 10 Uhr Abends, Niederfall einiger Steine bei *Renazzo* oder *Arenazzo*, 4 ital. Meilen von der Stadt Cento in der Provinz von Ferrara, mit Lichterſcheinung und Getöſe. Dieſer Meteorſteinfall iſt, einigen Zeitungsnachrichten zufolge, ſchon von mir in der 4ten Lieferung in *Annal.* B. 78, S. 155 ohne genauere Angabe der Zeit

Digitized by Google

erwähnt. Genauere Nachrichten von Francesco Orioli, Profeſſor der Phyſik in Bologna, finden ſich in der *Nuova Collezione di opuscoli scientifici di Bologna, da G. B. Bruni, Fr. Cardinali, Fr. Orioli, Fr. e Raf. Tognetti, 1824, Quaderno III. p. 151*, und ich habe das Weſentlichſte davon ſchon in dieſen *Annalen* B. LXXXI. S. 122 mitgetheilt.

1824, den 25. Auguſt, fiel zu *Mendoza* (am Platafluſſe, am Wege von Buenos-Aires nach Lima) aus einer ſchwarzen Wolke ein feiner Staubregen, womit die ganze Stadt bedeckt ward. Vierzig (ſpaniſche) Meilen von der Stadt entlud ſich die Wolke abermals. Aus der Zeitung von Buenos-Aires (vermuthlich dem Argus) vom 1. November 1824 gemeldet im *Hamburger Correſpondenten*, No. 27. und in der *Börſenhallenliſte* vom 29. Januar 1825.

1824, den 14. October, nach 8 Uhr Morgens, war ein Meteorſteinfall in *Böhmen*, im *Berauner Kreiſe* in der Gegend von *Zebrak*, wovon mein ſehr verehrter Freund, Herr K. A. Neumann, k. k. Gubernialrath und Commerzrath (durch welchen wir auch die Elbogner Eiſenmaſſe zuerſt haben kennen gelernt, und welcher auch bei den an Ort und Stelle geſchehenen Unterſuchungen zugegen war), genaue Nachrichten in einem beſonders gedruckten Blatte am 30. October 1824 hat bekannt gemacht, mit welchen auch das, was in der *Berliner Haude- und Spenerſchen Zeitung*, 1825, No. 7. vom 10. Januar, und was vom Herrn Prof. Hallaschka in *Schumacher's aſtronomiſchen Nachrichten*, No. 70. davon gemeldet wird, im Weſentlichen übereinſtimmt. Bei heiterem, nicht ſehr bewölktem Himmel wurden Mehrere

Digitized by Google

durch 2 heftige und 2 schwächere Knalle, und nachherfolgendes Sausen und Pfeifen in der Luft, in Schrecken gesetzt; Andere, die entfernter waren, hörten nur 2 starke, von Sausen und Pfeifen begleitete Knalle. Anfangs glaubte man, es sey eine Pulvermühle in die Luft geflogen; als man aber hernach durch den Horzowitzer Ober-Amtmann Böhm Nachricht von einem Meteorsteinfalle erhalten hatte, veranstaltete das k. k. Landespräsidium die nähere Untersuchung der Umstände und die Ankaufung der Steine für das böhmische Nationalmuseum. Von einem Feuermeteore ist (vermuthlich wegen Helligkeit des Tages und weil, wenn man erst durch das Getöse aufmerksam gemacht wird, die Feuererscheinung gewöhnlich schon aufgehört hat) nichts weiter bemerkt worden, ausser dass Einer an der Stelle, wo ein Stein gefunden ward, hat mit einem Knalle Feuer zur Erde fallen sehen. Der Finder des Steines, Franz Kolbe, Bürger und Tuchmachermeister in Zebrak, versichert, nebst seinem Sohne Carl, nur zwei zusammenpassende, im Ganzen 107 Loth Wiener Gewicht wiegende Stücke eines Steines, jedoch nicht beisammen, sondern über 150 Schritte von einander entfernt, auf einem von Zebrak nach dem Dorfe Praskoles führenden Fussteige gefunden zu haben; der zum Ganzen fehlende Theil, welcher beiläufig 20 Loth wiegen dürfte, war noch nicht gefunden worden. Nach der äussern Beschaffenheit findet Herr Gubernialrath Neumann diesen Stein den 1796 bei Belaja-Zerkwa in Russland (welchen ich noch nicht gesehen habe), 1803 bei Lissa in Böhmen, und 1812 bei Toulouse gefallenen, bei Vergleichung von Exemplaren, am meisten ähnlich.

Digitized by Google

Beide gefundenen Stücke sind im Böhmischen Nationalmuseum zu Prag aufbewahrt. Aus den eingezogenen Nachrichten war zu schliefsen, dafs die Richtung dieser Erscheinung von NW nach SO gegangen sey. In *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. 5. H. 4. S. 417 theilt Herr von Martius auch einige in der öffentlichen Sitzung der königl. Baierischen Akademie der Wissenschaften vorgelesene Nachrichten nebst einer Analyse mit. Er zweifelt daran, dafs 2 unganze Stükke 150 Schritt von einander entfernt wären gefunden worden, weil sich an dem Steine mehrere Spuren zeigen sollen, dafs er weich gewesen, und späterhin zerschlagen sey. Die Analyse gab 20,30 nickelhaltiges Eisen; 18,82 Schwefeleisen; 60,70 erdige Theile, welche in Kieselerde, Thonerde, Magnesia, Eisenprotoxyd und Wasser zerlegt wurden.

? Ob der Hagel mit darin befindlich gewesenen Krystallen von Schwefeleisen, 1824, den 20. October bei *Sterlitamansk* im *Gouvernement von Orenburg*, von welchem ein Bericht vom Herrn Doctor von Eversmann, den Herr Prof. John mitgetheilt hat, sich in diesen *Annalen* B. 76. S. 340, und in *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. 4. H. 2. S. 196 findet, ganz unter dieselbe Kategorie gehöre, wie Meteorsteinfälle, oder ob es eine blos atmosphärische Concretion sey (wie man denn schon einigemal bei Gewittern etwas von Schwefelabsetzung bemerkt haben will), möchte wohl noch vorjetzt schwer zu entscheiden seyn. Die Krystalle, von denen Herr Professor John einen besitzt, bestehen aus meistens sehr flachen, doppelt vierseitigen Pyramiden, und stellen also stumpfe Octaëder dar. Einer, den Herr Prof. John mir zukom-

Digitized by Google

men zu lassen die Gefälligkeit hatte, scheint mehr auf eine sehr flache sechsseitige Pyramide hinzudeuten, welches sich indessen nicht mit Genauigkeit bestimmen läßt, da ein Stück abgebrochen ist.

1824, den 17. December gegen 6½ Uhr Abends ist allem Ansehen nach zu *Neuhaus in Böhmen* eine brennende, harzige oder klebrige Masse mit einem (unter No. III. weiter zu erwähnenden) Feuermeteor niedergefallen, weil ein Theil des Meteors eine Viertelstunde lang brennend am Kirchthurme verweilt hat. Das Ereigniss scheint denen am 15. December 1586 bei Verden, am 6. Februar 1678 zu Frankfurt am Main, am 9. März 1796 in der Lausitz, und am 8. März 1815 zu Brünn am meisten ähnlich gewesen zu seyn.

(Der in den Zeitungen gemeldete sogenannte Steinregen am 5. Juli 1825 zu *Torresilla de carneros* in Spanien, in Stücken 4 bis 16 Loth schwer, scheint, so lange keine andern Nachrichten etwas Genaueres lehren, nichts anderes als Hagel gewesen zu seyn, wie denn solche Missverständnisse in Chroniken und auch sonst, schon oft Statt gefunden haben. So werden auch in England grosse Hagelstücke *hailstones*, und im Holländischen *hagelsteenen* genannt, indem Mancher bei dem Worte: Stein, sich nicht immer eine harte erdige Masse, sondern überhaupt einen harten Klumpen denkt. In einigen Gegenden von Süd-Deutschland werden Hagelstücke sogar bisweilen *Kiesel* genannt, und wenn es sehr gehagelt hat, wird gesagt: es hat *gekieselt.*)

(Eben so, wenn in Zeitungen, unter andern in der *Berliner Haude- und Spenerschen Zeitung*, 1825, No. 234, gemeldet wird, dass 1825 den 28. Juli un-

Digitized by Google

weit *Cherſon*, im Dorfe *Chiroky*, während eines ſtarken Hagels einige Luftſteine, 7 Pfund ſchwer, ſollen gefallen ſeyn, muſs man, ehe das Ereigniſs unter die Meteorſteinfälle gerechnet werden kann, auch erſt genauere Nachrichten abwarten, da es ebenſowohl, wie auch ſonſt bisweilen geſchehen, auſserordentlich groſse Hagelſtücke können geweſen ſeyn.)

1825, den 16. Januar, Abends, ereignete ſich ein Meteorſteinfall bei dem Lager *Oriang* in *Malwate* (im weſtlichen Theile von Hindoſtan), nach einem im *Asiatical Journal, Oct. 1825*, p. 486 aus der *India Gazette* mitgetheilten Berichte, deſſen Verfaſſer aber keine Kenntniſs von Meteorſteinen gehabt zu haben ſcheint. Er meldet der Aſiatiſchen Geſellſchaft Folgendes vom 17. Januar 1825: „Als ich geſtern Abends „auf meinem Elephanten ritt, erſtaunte ich, als ich „am Himmel aufwärts ſah, und in beträchtlicher Entfernung in der Luft einen groſsen Feuerball bemerkte, ungefähr von der Gröſse einer 18pfündigen Kugel mit einem flammenden Schweife, eine Elle lang, (womit eigentlich nichts geſagt iſt, weil man nicht wiſſen kann, in welcher Entfernung oder unter welchem Winkel ſich der Erzähler die 18pfündige Kugel oder das Maas einer Elle denkt), „welche mit einer wunderbaren Geſchwindigkeit zur Erde niederging. Ungefähr eine halbe Minute nach der erſten Wahrnehmung des Meteors berührte es die Erde, rollte auf „mich zu, und zerſprang ungefähr 300 Ellen (yards) „von meinem Elephanten. Das Thier floh aus Furcht „vor dieſer ſchrecklichen Exploſion, und warf mich „auf den Weg heftig nieder. Als ich wieder zur Beſinnung gekommen war, fand ich von der Stelle an,

Digitized by Google

„wo das Meteor die Erde berührt hatte, bis zu der, „wo die Zerplatzung geſchehen war, das Gras ver„brannt, und an der letztern Stelle mehrere Stücke „von thonartigem Geſtein mit metalliſcher Conſiſtenz (clay of a metallic consistency, vermuthlich Meteorſteine, wie gewöhnlich, weiſslich mit metalliſchen Adern), „manche rund, manche viereckig, und viele „andere verſchieden geſtaltete, die rothe, blaue und „gelbe Streifen zeigten (vermuthlich, weil die metalliſchen Theile mochten taubenhalſig angelaufen ſeyn), „und verſchiedene Farben längs der Körner. Es er„eigneten ſich dabei einige Unglücksfälle; eine alte „Frau ward am rechten Arme ſchwer verwundet, ein „Trommelſchläger, der die Retraite ſchlug (*tattoo*), „ward auf der Stelle getödtet, und ein unglücklicher „„*guddah*“ (welches vielleicht einen Eſel oder ein Pferd bedeuten mag) verlor die Ohren und den „Schweif durch Stücke, die ihn getroffen hatten. Faſt „alle Stücke waren glühend heifs, und ich muſste kaltes „Waſſer darauf gieſsen, ehe ich ſie unterſuchen konnte.“

1825, den 10. Februar gegen Mittag, fiel zu *Nanjemoy* in *Maryland* ein 16 Pfund ſchwerer Meteorſtein, wovon der Doctor Sam. Carver im letztern Stücke des *American Journal* Nachricht gegeben hat. Man hörte dabei ein Pfeifen, wie wenn der Wind durch eine kleine Oeffnung dringt. Die Bewegung des Meteorſteines war von NW nach SO, dem Fluſſe Potowmak parallel. *Bulletin universel p. Ferussac, Nov. 1825*, p. 312; wo es aus dem *Boston Journal, Aug. 1825*, p. 604 entlehnt iſt.

II. Weitere Nachrichten von meteoriſchen Gediegeneiſenmaſſen.

Die bei *Bitburg*, nicht weit von Trier gefundene,

Digitized by Google

etwa 3300 bis 3400 Pfund schwere Eisenmasse, von welcher ich die erste Nachricht der gefälligen Mittheilung des Herrn Ober-Bergraths und Professors Nöggerath verdanke, und welche aus Unkunde war eingeschmolzen worden, hatte ich in meinem Buche S. 353 u. 354 nur als problematisch erwähnt. Als nun aus dem *American mineralogical Journal* zu ersehen war, dafs der Oberste Gibbs das mitgenommene Stück anderem Meteoreisen ähnlich, und auch bei der Analyse Nickel darin gefunden hatte, weshalb sie also füglich als meteorisch angesehen werden konnte, hat Hr. Ober-Bergrath Nöggerath die Sache an Ort und Stelle genauer untersucht, und die Kuchen dieser Masse, welche man, weil sie zur Verarbeitung nichts taugten, eingegraben hatte, wieder ausgraben lassen, und die Gefälligkeit gehabt, mir und noch einigen Andern einen von diesen Kuchen zu überschicken. Hr. Prof. Bischoff in Bonn und Hr. Geh. Ob.Bergrath Karsten in Berlin haben auch Nickel darin gefunden. Das Gefüge ist durch das Einschmelzen ganz zerstört, so dafs auch keine Widmanstädtischen Figuren bei der Aetzung sichtbar sind, oder seyn können. Weitere Nachrichten von der Beschaffenheit und von der Geschichte dieser Masse finden sich in *Schweigger's Journal für Chemie, Neue Reihe*, B. 13. H. 1. S. 1, 20 u. 23, in *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. III. H. 2. S. 194 u. 249 u. B. IV. H. 2. S. 238, wie auch in dies. *Annalen*, B. 78. S. 224.

In *Louisiana*, nicht weit vom rothen Flusse, sind ausser der nach New-York gebrachten Masse, von welcher ich in meinem Buche S. 344, und hernach in diesen *Annalen* B. 68. S. 343 Nachrichten gegeben habe, noch mehrere ähnliche Massen gefunden worden. In der zu New-York erschienenen *Minerva*, P. 1. Vol. 1. No. 12, vom 26. Juni 1824 wird aus den Unterhaltungen bei dem Doctor Mitchill die Nachricht mitgetheilt, dafs Mr. Samuel R. Ruddock noch mehr dergleichen Massen nicht weit von dem Orte gefunden habe, wo die grofse zu New-York im Lyceum aufbewahrte Masse gefunden ward, in der Provinz *Copuila*, die Texas begränzt. Zwei liegen noch in einer Ebene, am Fufse des Berges von S. Saba; die gröfsere ist wenigstens um ein Drittheil gröfser, und die andere um eben soviel kleiner, als die zu New-York, deren Gewicht ungefähr auf 3000 Pfund geschätzt wird. Die Lage ist ungefähr 70 engl. Meilen NNO von Rio Grande oder Bravo und 170 vom nächsten Ende der Brassos.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

III.

Unterſuchung des ſogenannten Eiſen-Hammerſchlags;

von

C. G. Mosander *).

Wenn Eiſen an freier Luft bis zum Glühen erhitzt wird, ſo überzieht es ſich mit einer Oxydkruſte, welche mehr oder weniger dick iſt, je nachdem das Glühen längere oder kürzere Zeit gedauert hat. Dieſe Kruſte hat den Namen *Sinter* oder *Hammerſchlag* **) bekommen, und läſst ſich ſehr leicht von dem darunter befindlichen Eiſen durch Schlagen mit einem Hammer ablöſen. Berthier, welcher vor Kurzem dieſen, auf verſchiedene Weiſen und von verſchiedenen Orten erhaltenen Hammerſchlag unterſuchte ***), zog aus ſeiner Unterſuchung den Schluſs, daſs derſelbe eine eigne bisher unbekannte Oxydationsſtufe des Eiſens ausmache, in der ſich der Sauerſtoff zum Sauerſtoffe des Oxydules verhalte, wie 7:6, oder, daſs derſelbe, zufolge der Art, wie die meiſten Chemiker die Oxyde des Eiſens betrachten, eine Verbindung ſey von 2 Atomen Eiſenoxydul mit einem Atome Eiſenoxyd. Da indeſs die Unterſuchung von Berthier nicht völlig befriedigend erſcheint, ſowohl hinſichtlich der Art das Eiſenoxyd vom Oxydule abzuſcheiden, als auch anderer

*) Aus den K. Vetensk. Akad. Handl. År. 1825. Sednare Hälften.

**) Ich habe hier die letztere Benennung beibehalten, weil die erſtere, im Deutſchen, ſchon eine andere Bedeutung beſitzt. (*P.*)

***) Annal. de Chim. et Phys. XXVIII. p. 19.

Digitized by Google

Umſtände wegen, die, wie weiterhin gezeigt werden ſoll, in Betracht kommen müſſen; ſo habe ich auf Erſuchen des Hrn. Prof. Berzelius, mit einem ſehr charakteriſtiſchen Stücke Hammerſchlag eine neue Unterſuchung angeſtellt, deren Reſultate, wie ich hoffe, zur näheren Kenntniſs dieſes Stoffes beitragen werden.

Der Hammerſchlag, welcher Gegenſtand dieſer Unterſuchung geweſen iſt, war ſchon vor mehreren Jahren, auf Hrn. Prof. Berzelius beſonderes Anſuchen, in der Skebo-Hütte durch 48ſtündiges Glühen einer Eiſenplatte gewonnen worden. Er hatte eine Dicke von ungefähr 1½ Linie und war in zwei verſchiedenartige Schichten getheilt. Die äuſsere, welche Berthier irrigerweiſe die innere nennt, beſteht aus einer compacten Maſſe, von einem im Bruche metalliſch glänzenden Anſehen, einer eiſengrauen ſich ein wenig ins Rothe ziehenden Farbe, gleicht im Uebrigen einer geſchmolzenen und hernach ausgegoſſenen Maſſe, und zeigt ſich unter dem Mikroskop noch etwas porös; auſserdem iſt ſie hart und ſehr ſpröde, und giebt ein ſchwarzgraues glanzloſes Pulver. Die innere Schicht beſteht aus einer ſehr poröſen, körnigen, ſchwarzgrauen, metalliſch glänzenden Maſſe, welche hart, aber weniger ſpröde iſt, als die äuſsere Schicht, und ein mehr ſchwarzgraues und oft glanzloſes Pulver giebt. Dieſe beiden Schichten können ſehr leicht von einander abgeſondert werden, und wo ſie aufeinander lagen, bemerkt man auf der oberen Seite der inneren Schicht eine Menge kleiner Erhöhungen, gleichſam Kryſtallfacetten ausmachend, die zuweilen auch ganz deutlich ſind; dieſe Erhöhungen zeigen, obgleich ſie meiſtens unregelmäſsig ſind, dennoch immer eine ſpiegelnde Ober-

Digitized by Google

fläche, und werden von entſprechenden Vertiefungen an der unteren Seite der äuſseren Schicht aufgenommen, wodurch beide Schichten gewiſſermaſsen in einander eingekeilt ſind. Die untere Fläche der äuſseren Schicht hat ein mattes, weiſsgraues Anſehen, und es werden keine Zeichen von Kryſtalliſation an derſelben bemerkt. Beide Schichten werden vom Magnete angezogen, aber die äuſsere Schicht weit ſtärker als die innere. Beide Schichten ſind auf ihren nach Auſsen gekehrten Oberflächen durch Einwirkung der atmoſphäriſchen Luft mit einer ſehr dünnen Schicht von Eiſenoxyd überzogen, welche abgekratzt werden muſs, ehe eine Unterſuchung vorgenommen wird. Nachdem dieſes Häutchen weg iſt, haben beide Oberflächen ein eiſengraues metalliſches Anſehen, und können polirt werden. Das Pulver dieſer beiden Schichten löſt ſich leicht und ohne merkliche Gasentwicklung in Salzſäure auf; die Löſung muſs aber durch Wärme unterſtützt werden, weil das Pulver wegen der gelatinirenden Kieſelerde zuſammenballt, von der ſich in beiden Schichten ein kleiner Antheil vorfindet, jedoch in der inneren am meiſten.

Aus der ſo eben gegebenen Beſchreibung der äuſseren Verhältniſſe beider Schichten erhellt deutlich, daſs ſie nicht ein und dieſelbe chemiſche Verbindung ſeyn können, und daſs folglich jede für ſich beſonders analyſirt werden muſs; ein Umſtand, der von Berthier überſehen worden iſt. Den Grund hiervon kann ich nur darin ſuchen, daſs die von ihm zur Unterſuchung angewandte Art nicht ſo unterſchieden und charakteriſtiſch war, wie dieſe, was auch durch ſeine Aeuſserung beſtätigt wird: daſs die Dicke der Schicht gewöhnlich

Digitized by Google

nicht 1 bis 2 Millimeter überſteigt. Die Art, welche am einfachſten und ſicherſten zu ſeyn ſchien, um den Gehalt von Oxyd, von Oxydul und von Kieſelerde zu beſtimmen, und welche angewandt wurde, war folgende: Der gepulverte und gewogene Hammerſchlag wurde in Salzſäure gelöſt, die Löſung mit dem Doppelten ihres Gewichtes an Waſſer verdünnt, darauf mit Salpeterſäure erhitzt, bis alles Oxydul in Oxyd verwandelt war, und nun die Kieſelerde auf ein Filtrum gebracht, gewaſchen, getrocknet, geglüht und gewogen. Die von Kieſelerde befreite Löſung wurde mit kauſtiſchem Ammoniak gefällt, das Eiſenoxyd auf ein Filtrum gebracht, gewaſchen, getrocknet, geglüht und mit der gehörigen Vorſicht gewogen. Man findet nun ganz leicht aus dem Gewicht des erhaltenen Eiſenoxydes, wie viel Sauerſtoff der Hammerſchlag aufgenommen hat, um ſich in Oxyd zu verwandeln, nachdem man zuerſt von dem Gewicht des angewandten Hammerſchlages das Gewicht der erhaltenen Kieſelerde abgezogen hat. Da nun die zugehörige Sauerſtoffmenge bekannt iſt, ſo braucht man blofs auszurechnen, wie viel Eiſenoxydul ſie in Eiſenoxyd verwandeln kann, und wenn das Gewicht dieſes Oxyduls von dem Gewicht des Hammerſchlages abgezogen wird, ſo iſt das Uebrige natürlich Eiſenoxyd und Kieſelerde, von welcher letzteren man die Quantität direct gefunden hat. Drei verſchiedene Analyſen von Stücken der beiden Schichten haben folgendes Reſultat gegeben: (die Menge des Hammerſchlages welche in jeglichem Verſuch angewandt wurde, betrug 0,8 bis 1 Gramm.)

Digitized by Google

	Aeufsere Schicht.		Sauerſtoffgehalt.	Innere Schicht.		Sauerſtoffgehalt.
1te Analyſe	Oxydul	62,71	14,28	Oxydul	74,36	16,93
	Oxyd	37,14	11,39	Oxyd	24,44	7,49
	Kieſelerde	0,15	0,08	Kieſelerde	1,20	0,62
		100,00			100,00	
2te Analyſe	Oxydul	65,00	14,80	Oxydul	73,40	16,71
	Oxyd	34,74	10,65	Oxyd	25,50	7,82
	Kieſelerde	0,26	0,14	Kieſelerde	1,10	0,57
		100,00			100,00	
3te Analyſe	Oxydul	67,19	15,30	Oxydul	74,87	17,05
	Oxyd	32,08	9,84	Oxyd	24,38	7,38
	Kieſelerde	0,73	0,38	Kieſelerde	0,75	0,39
		100,00			100,00	

Man ſieht hieraus, daſs die beiden Schichten nicht gleiche Zuſammenſetzung haben, und daſs, nachdem man die Menge des Oxyduls abgezogen hat, welche die Kieſelerde in beiden aufnimmt, um Silikat zu bilden, die Sauerſtoffmenge des übrigen Oxyduls zu der des Oxydes ſich ziemlich nahe verhält, in der innern Schicht wie 4 : 3, und in der äuſseren wie 2 : 1. Dieſes würde für die äuſsere Schicht eine Zuſammenſetzung geben, welche der Formel $\ddot{F}e^2\ddot{F}$ entſpricht, und für die innere eine, nach der Formel $\ddot{F}e^3\ddot{F}$. Man ſieht ferner, daſs die Zuſammenſetzung der äuſseren Schicht völlig übereinſtimmt mit der, welche Berthier für die ganze Kruſte gefunden hat, eine Uebereinſtimmung, die begreiflich entſtehen muſste, da, wie man aus ſeiner Aeuſserung ſieht: „daſs es Hammerſchlag giebt, welcher viel weniger als 35 pr. Ct. Oxyd liefert, dieſer aber nicht rein, ſondern verunreinigt iſt mit Schlacken, wie es ſich durch das Gelatiniren mit Säuren ausweiſt u. ſ. w.“ beſonders die äuſsere Schicht ein Gegenſtand ſeiner Unterſuchung geweſen ſeyn muſs, weil die innere, wie die eben gegebene Analyſe

Digitized by Google

zeigt, im Allgemeinen eine weit gröfsere Portion Eifenoxydulfilikat enthält.

Obgleich die Natur des Hammerfchlages durch die obenftehende Analyfe ziemlich deutlich erwiefen zu feyn fcheint, fo bleibt dennoch eine Frage durch den Verfuch zu entfcheiden übrig, die nämlich: ob nicht die Hammerfchlag-Kruſte möglicherweife eine Verbindung von Eifenoxydul mit Eifenoxyd ausmachen könne, welche nahe an der äufsern Oberfläche das meifte Oxyd enthalte, und von da ab fchrittweis immer weniger, bis fie endlich an der dem Eifen zugewandten Oberfläche nur aus Oxydul beftehe; und ob nicht die Theilung in zwei Schichten etwa eingebildet fey und weniger einem Unterfchied zwifchen zwei ungleich chemifchen Verbindungen zugefchrieben werden könne, als vielmehr von einigen Umftänden während des Abkühlens herrühre? — Um diefe Frage zu beantworten wurden von der nach aufsen gekehrten Seite der äufsern Schicht, fo wie von der dem Eifen zugekehrten Seite der inneren Schicht, dünne Blättchen abgeklopft und ein Theil von ihnen auf diefelbe Weife wie das Vorhergehende analyfirt. Das Reſultat war:

Aeufsere Schicht:		Sauerſtoffgeh.	Innere Schicht:		Sauerſtoffgeh.
Oxydul	46,86	10,67	Oxydul	72,56	16,52
Oxyd	52,77	16,17	Oxyd	26,41	8,10
Kiefelerde	0,37	0,19	Kiefelerde	1,03	0,53
	100,00			100,00	

Man ſieht hieraus, dafs die innere Schicht überall eine gleiche Zufammenfetzung hat, die äufsere dagegen aber an ihrer nach aufsen gekehrten Seite eine

Digitized by Google

höchſt bedeutende Portion mehr an Oxyd enthält, als weiterhin im Innern ihrer Maſſe.

Das Endreſultat dieſer Unterſuchung bleibt alſo: daſs der Hammerſchlag aus einer Art vom Eiſenoxydoxydul beſteht; daſs die äuſsere Schicht deſſelben keine homogene Maſſe ausmacht, ſondern zunächſt an ihrer äuſsern Oberfläche reicher an Oxyd iſt, vermuthlich auf die Weiſe, daſs das Aeuſserſte aus gewöhnlichem Oxyd-Oxydul beſteht, der Oxydgehalt aber näher an der der innern Schicht zugewandten Fläche abnimmt; und daſs folglich die äuſsere Schicht für nichts anderes angeſehen werden kann, als für ein mechaniſches Gemenge verſchiedener Verbindungen von Eiſenoxydul mit Eiſenoxyd, verunreinigt mit ein wenig Eiſenoxydulſilikat. Bei einem ſehr charakteriſtiſchen Stücke Hammérſchlag, welches ich nach Beendigung dieſer Verſuche geſehen habe, kann man auf der äuſseren Schicht, mit bloſsen Augen noch, eine dünne Schicht unterſcheiden, welche dichter als das Uebrige, und von dieſem verſchieden iſt und die äuſsere Seite überdeckt. Ferner ſcheint es glaublich, daſs die innere Schicht, einen kleinen Antheil von eingemiſchtem Eiſenoxydulſilikat abgerechnet, eine chemiſche Verbindung von Eiſenoxyd mit Eiſenoxydul iſt, worin der Sauerſtoff des Oxyduls das Doppelte von dem des Oxydes ausmacht, und welche folglich durch die Formel $\ddot{Fe}^3\dddot{Fe}$ dargeſtellt werden kann. Wenn das Daſeyn dieſer Verbindung als abgemacht betrachtet werden kann, ſo iſt dieſs, wenn es anders nöthig ſeyn ſollte, ein Grund mehr für die Richtigkeit der Anſicht, das ſchon bekannte Eiſenoxydoxydul, als ſolches und nicht als eine

Digitized by Google

beſondere Oxydationsſtufe des Eiſens zu betrachten; in letzterem Falle müſste man auch, um konſequent zu ſeyn, die hier nachgewieſene Verbindung von Eiſenoxyd mit Eiſenoxydul als eine eigene Oxydationsſtufe des Eiſens betrachten, und um den Sauerſtoffgehalt in gehöriges Verhältniſs mit dem Sauerſtoffgehalt der übrigen drei Oxydationsſtufen zu bringen, das Atomengewicht des Eiſens verzwölffachen, worauf dann für den Sauerſtoffgehalt der verſchiedenen Oxyde die Verhältniſſe erhalten würden: 24; 27; 32; 36 Atomen Sauerſtoff auf 1 Atomen Eiſen; Verhältniſſe, deren Ungereimtheit ſich von ſelbſt ergiebt.

Digitized by Google

IV.

Ueber Metallreductionen durch andere Metalle auf naſſem Wege;

vom

Hrn. Prof. Fischer zu Breslau.

Erſte Fortſetzung des in dieſ. Annal. B. 4. S. 291 Mitgetheilten.

(Vorgeleſen in der phyſikaliſchen Section der ſchleſiſchen Geſellſchaft für vaterländiſche Kultur, am 4. Jan. 1826.)

Als Beſtätigung des Angegebenen über den Einfluſs verſchiedener Umſtände auf den Erfolg der Reduction, mögen hier die Reſultate meiner Unterſuchungen über das Verhalten der einzelnen Metallſalze zu den ſie reducirenden, oder nach dem elektriſchen Gegenſatz reduciren ſollenden Metallen dargeſtellt werden *).

I. *Silberſalze.* 1) Salpeterſaures Silberoxyd.

Aus der wäſſerigen Auflöſung dieſes Salzes wird das Silber durch alle Metalle, zu welchen es ſich negativ verhält, das Eiſen allein ausgenommen, und zwar unmittelbar bei der Berührung reducirt. Das

*) Bei der Darſtellung dieſer Verſuche muſs ſehr ſorgfältig darauf geſehen werden, daſs ſowohl die Metallſalze, aus denen das Metall reducirt werden ſoll, vollkommen rein, beſonders von jeder Spur eines andern Metallſalzes, als auch die reducirenden Metalle frei von jedem fremden Metalle ſeyn müſſen. Ich habe daher bei der Reduction der Silberſalze vor der Hand das Verhalten des Kobalts und Nickels ununterſucht laſſen müſſen, weil ich dieſe Metalle nicht in vollkommen reinem Zuſtande beſitze.

Digitized by Google

Silber wird gröſstentheils vollkommen metalliſch als feine Faden oder Dendriten dargeſtellt, am ſchönſten in breiten, ſehr glänzenden Blättchen von Spieſsglanz. Bei manchen Metallen erſcheint das zu Anfang reducirte Silber ſchwarz (Waſſerſtoffſilber?), wie z. B. beim Zink, Blei, Zinn und Kadmium. Zinn ſcheint hier eine ähnliche Wirkung wie auf die Goldauflöſung auszuüben, indem es nämlich neben der Ausſcheidung von reguliniſchem Silber auch eine Verbindung von Silberoxydul und Zinnoxyd — ähnlich dem Coſſius'ſchen Goldpulver — bildet, welche als braunes Pulver zu Boden fällt und auch die Flüſſigkeit gelbbraun färbt. Eiſen allein zeigt im reguliniſchen Zuſtande nicht die geringſte Wirkung, im oxydirten hingegen reducirt es ebenfalls. Daher erfolgt nach einiger Zeit in dem Falle eine Reduction durch reguliniſches Eiſen, wenn es als Stab oder Draht in die Flüſſigkeit geſtellt wird, welche etwas freie Säure hat, aus welcher es herausragt und zugleich von der Luft umgeben wird, weil es ſich dann auf der Oberfläche der Flüſſigkeit auf Koſten der Luft oxydirt. Auch legt ſich dann das oxydirte Silber nur an dieſem Theile des Eiſenſtabes an, nicht aber an dem von der Flüſſigkeit vollkommen bedeckten. Je reiner das Eiſen iſt, deſto länger dauert es, ehe ſelbſt unter dieſen Umſtänden eine Reduction erfolgt, je unreiner hingegen, deſto ſchneller; beim Ausſchluſs der Luft hingegen, d. h. wenn das Eiſen ganz von der Flüſſigkeit bedeckt iſt, iſt kein Unterſchied wahrzunehmen, d. h. es findet, wie angegeben, keine Reduction Statt. In Rückſicht der Zeit, welche zur vollkommenen Ausſcheidung alles Silbers erforderlich iſt, zeigen die Metalle eine be-

Digitized by Google

deutende Verſchiedenheit. Das Ergebniſs von Verſuchen, welche unter möglichſt gleichen Umſtänden angeſtellt worden ſind, war folgendes:

Bei einer Menge von 1 Quentchen einer $\frac{1}{100}$ Silber enthaltenen Auflöſung war in weniger als 2 Stunden alles Silber ausgeſchieden durch Blei und Zinn, hingegen zeigte die Auflöſung, auf welche Kadmium, Zink, Kupfer, Wismuth und Spieſsglanz gewirkt hatte, noch deutliche Spuren von Silber, und zwar nach der Reihenfolge immer ſtärker; am wenigſten hatte in dieſer Zeit Arſenik und noch weit weniger das Queckſilber reducirt. Nach 3 Stunden war auch beim Kadmium keine Spur von Silber aufgelöſt, bei den andern Metallen aber waren noch nach der angegebenen Reihe immer ſtärkere Spuren von Silber wahrzunehmen, wobei jedoch jetzt die Flüſſigkeit, auf welche Arſenik wirkte, weniger Silber enthielt, als die, auf welche Spieſsglanz wirkte, was früher umgekehrt war. Nach 24 Stunden war nur noch beim Spieſsglanz und Queckſilber Silber aufgelöſt und zwar bei letzterm noch ſehr viel. Dieſs iſt auch noch nach 8 Tagen der Fall.

Im Weingeiſt aufgelöſt wird das Silber ſchnell und mit vollkommenem Metallglanz reducirt durch Kupfer, Kadmium, Zink, Wismuth und Arſenik. Blei und Zinn bewirken zwar unmittelbar beim Berühren eine Reduction von Silber theils mit Metallglanz, theils als ſchwarzes Pulver; aber ein vollſtändiges Ausſcheiden alles Silbers findet ſelbſt nach langer Einwirkung nicht Statt. Daſſelbe iſt auch mit dem Queckſilber der Fall, welches das Silber in Form eines ſchwarzen Pulvers vermuthlich als Silberoxydul ausſcheidet. Spieſsglanz iſt ohne Wirkung, und was

Digitized by Google

ſich von ſelbſt verſteht, eben ſo Eiſen. Im Ammonium aufgelöſt, oder was daſſelbe iſt, die wäſſerige Auflöſung mit überſchüſſigem Ammonium verſetzt, zeigen die Metalle im Allgemeinen ein ähnliches Verhalten wie zur wäſſerigen Auflöſung, nur erfolgt die Reduction ſowohl als die gänzliche Ausſcheidung alles Silbers ſchneller durch ſolche Metalle, deren Oxyde im Ammonium auflöslich ſind, als durch die, welche es nicht ſind. Demnach wird das Silber vollſtändig ausgeſchieden durch Kupfer, Arſenik, Kadmium und Zink, ſehr langſam wirkte Queckſilber und Spieſsglanz, Wismuth iſt ohne Wirkung. Aber wie wenig das Verhalten zum Ammonium allein die Wirkung der Metalle auf dieſe Silberlöſung im Voraus zu beſtimmen im Stande iſt, zeigt das Blei und das Zinn, welche das Silber ſchnell und vollſtändig reduciren, obgleich das Bleioxyd im Ammonium gänzlich unauflöslich und das Zinn als Oxydul nur in ſehr geringer Menge auflöslich iſt. Eiſen iſt ohne alle Wirkung. Uebrigens zeigt dieſe Auflöſung, welche verſchieden von der des Silberoxyds im Ammonium iſt, auch ein verſchiedenes Verhalten zu manchen Metallen, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird.

Noch verdient erwähnt zu werden, daſs der Silberſalpeter als trocknes kryſtalliſirtes Salz auf Kupfer, Zinn, Zink und Kadmium gelegt, ziemlich ſchnell reducirt wird. Die übrigen Metalle wirken gar nicht oder nur äuſserſt langſam ein, ſo daſs erſt nach mehreren Monaten eine deutliche Reaction wahrgenommen werden kann.

Digitized by Google

2. Schwefelfaures Silber.

Die wäſſerige Auflöſung dieſes Salzes wird im Allgemeinen eben ſo leicht und vollſtändig durch dieſelben Metalle reducirt, wie das ſalpeterſaure Silber, ja, was wohl ebenfalls nicht im Voraus zu beſtimmen ſeyn möchte, vom Blei eben ſo ſchnell als das ſalpeterſaure. Wismuth, Spieſsglanz und Eiſen zeigen jedoch ein ganz verſchiedenes Verhalten, indem die erſtern beiden ohne alle Wirkung ſind, das letztere hingegen eine vollkommene Reduction bewirkt und zwar ſchnell im gewöhnlichen Zuſtand als weiches Eiſen, etwas langſamer im reinen Zuſtand oder als Stahl.

Im Ammonium aufgelöſt zeigen die Metalle ein gleiches Verhalten wie zu dieſer Auflöſung des ſalpeterſauren Silbers; nur Zink und Wismuth verhält ſich ganz verſchieden, indem es ohne Wirkung iſt. Das Blei ſcheidet zwar langſamer alles Silber aus dieſer Auflöſung, wie aus der des ſalpeterſauren Salzes aus, aber es ſtellt das Silber mit vollkommenem Glanz in ſchönen Blättchen dar. Eiſen iſt ohne Wirkung.

3. Hornſilber *).

Es bedarf wohl keiner Entſchuldigung, daſs ich dieſe Verbindung, welche nach der herrſchenden Anſicht ein Silberchlorid iſt, bei den Silberſalzen anführe, da ſie ſich doch jedenfalls in Hinſicht der Einwirkung der Metalle wie ein ſolches verhält.

*) Ich wandte die geſchmolzene hornartige Verbindung von Salzſäure oder Chlor und Silber an, weil in pulverförmigem Zuſtand manche Erſcheinung nicht ſo deutlich wahrgenommen werden kann.

Digitized by Google

Das Silber wird aus dieſer Verbindung reducirt, indem es unter Waſſer in Berührung mit den Metallen geſetzt wird. Zink und Eiſen bedürfen jedoch dieſes Waſſers nicht, ſondern reduciren es vollſtändig bei dem trocknen Berühren. Bei dieſer Wirkung geht das Hornſilber, mit Beibehaltung ſeiner Geſtalt, in metalliſches Silber über, und da, wo das Zink oder Eiſen es berührte, findet man eine Flüſſigkeit, gebildet von ſalzſaurem Zink oder Eiſen oder Chloride dieſer Metalle. Die einzige Bedingung zu dieſer Reduction iſt Zutritt der Luft oder richtiger Zutritt der Feuchtigkeit, daher erfolgt auch keine Reduction, oder die angefangene hört auf, wenn die Berührung dieſer beiden Körper in einem luftleeren Raume, oder in einer waſſerfreien Flüſſigkeit, wie z. B. unter Aether, Weingeiſt etc. Statt findet. Aufser dieſen beiden Metallen bewirken die andern nicht eher eine Zerſetzung des Hornſilbers, als bis ſie es unter Waſſer berühren. Am ſchnellſten erfolgt ſie dann durch Kadmium, Arſenik und Blei, ſehr langſam durch Kupfer, Spieſsglanz und Queckſilber und noch weit langſamer durch Zinn und Wismuth, ſo daſs erſt nach mehreren Wochen deutliche Spuren der Einwirkung wahrgenommen werden können. Die Wirkung iſt im Allgemeinen von derſelben Art, wie beim Zink und Eiſen, ſo daſs am Hornſilber ſelbſt das reducirte Silber und in dem Waſſer die gebildete Verbindung der Salzſäure oder des Chlors mit dem reducirenden Metall wahrgenommen werden kann, doch zeigen in dieſer Hinſicht die verſchiedenen Metalle ein beſonderes abweichendes Verhalten. So z. B. bildet ſich beim Kupfer am Boden des Gefäſses ein grüner unauflösli-

Digitized by Google

cher Rand (basisches salzsaures Kupfer), die Flüssigkeit ist schwach bläulich, zeigt auf der Oberfläche ein Metallhäutchen, reagirt als salzsaures Kupferoxyd. Das Hornsilber zeigt an der Berührungsfläche reducirtes Silber, umgeben von einem rothen Rand, Kupferoxydul. Die klare Flüssigkeit reagirt als salzsaures Kupferoxyd.

Beim Arsenik ist die Wirkung wie beim Zink und Eisen. Die klare Flüssigkeit reagirt als salzsaures Arsenikoxyd. Was in sofern auffallend ist, als ohne Rücksicht auf die angewandte Menge Wasser die Flüssigkeit immer klar bleibt, da sonst die neutrale Verbindung von Salzsäure und Arsenikoxyd durchs Wasser zersetzt wird.

Unter Ammonium wirken die meisten Metalle stärker und schneller, nur Wismuth ausgenommen, welches nicht wirkt, und Eisen, welches das unaufgelöste Hornsilber, mit dem es in Berührung gesetzt ist, nicht oder nur sehr schwach reducirt, hingegen das in Ammonium aufgelöste mit vollkommenem Metallglanz ausscheidet.

Beim Blei ist ebenfalls die Wirkung gehemmt und beschränkt sich nur auf das im Ammonium aufgelöste. Zinn reducirt ebenfalls nur das in Ammonium aufgelöste; in diesen beiden Fällen legt sich das reducirte Silber nicht allein an diesen Metallen, Blei und Zinn, sondern auch an den Wänden des Glases an.

4. Silberoxyd in Ammonium aufgelöst.

Es ist schon oben darauf aufmerksam gemacht worden, dass diese Auflösung verschieden von der eines Silbersalzes im Ammonium ist, und daher zu den

Digitized by Google

Metallen auch ein anderes Verhalten zeigen wird. Dieſes iſt von der Art, daſs Zink, Kupfer und Arſenik ſchnell reduciren, langſamer, aber vollſtändig Blei, nicht vollſtändig Kadmium und Spieſsglanz, Wismuth, Zinn und Eiſen ſind ohne Wirkung. Das ausgeſchiedene Silber erſcheint bei allen Metallen ohne Metallglanz als moosartiges grauſchwarzes Pulver. Bei dem Zink iſt dieſes jedoch nur dann der Fall, wenn es von der Flüſſigkeit ganz bedeckt iſt, wird es hingegen zugleich auch von der Luft umgeben, d. h. als Stäbchen in die Flüſſigkeit geſteckt, aus welcher es herausragt, dann erſcheint das Silber, welches auf der Oberfläche reducirt wird, mit vollkommenem Metallglanz als eine Haut, welche ſich vom Zink aus immer weiter ausbreitet.

Die Hauptergebniſſe dieſer Unterſuchung ſind:

1. Das Silber wird aus ſeiner Verbindung mit den Säuren keinesweges durch alle Metalle reducirt, gegen welche es negativ elektriſch iſt, und auch nicht im Verhältniſs dieſes elektriſchen Gegenſatzes.
2. Salpeterſ. Silber wird am vollſtändigſten, und von allen Metallen, das Eiſen allein ausgenommen, reducirt und zwar ſelbſt die Auflöſung dieſes Salzes in Weingeiſt.
3. Zum ſchwefelſauren Silber zeigen Wismuth, Spieſsglanz und Eiſen das entgegengeſetzte Verhalten von dem zum ſalpeterſauren, indem das Eiſen reducirt, Spieſsglanz und Wismuth aber nicht. Daſs dieſes Salz ſo leicht vom Blei reducirt wird, war weder aus dem elektriſchen Gegenſatz dieſes Metalles zum Silber noch aus ſeinem Verhalten zur Schwefelſäure vorherzuſehen.

Digitized by Google

4. Hornsilber weicht von den übrigen Silbersalzen dadurch ab, dafs es bei der blofsen trocknen Berührung von Eisen und Zink vollständig reducirt wird. Die Einwirkung der übrigen Metalle ist ziemlich ihrem elektr. Verhalten gemäfs, nur nicht die starke Reaction des Bleies und der Mangel an Einwirkung des Zinnes und Wismuths.
5. Durch den Zusatz von Ammonium wird die Wirkung der Metalle im Allgemeinen nicht geschwächt, auch die des Bleies nicht, die des Eisens und Wismuths ausgenommen.
6. Die Auflösung des Silberoxyds in Ammonium wird im Allgemeinen reducirt durch Metalle, die im Ammonium auflöslich sind, und bleibt unverändert durch die andern, nur das Blei macht auch hier die Ausnahme, indem es vollständig alles Silber ausscheidet.
7. Es findet demnach ein wesentlicher Unterschied zwischen einem im Ammonium aufgelösten Silbersalze und der Auflösung des Oxydes in Ammonium Statt, so dafs in dem erstern Falle die Säure des Silbersalzes, obgleich mit dem Ammonium verbunden, dennoch von Einfluss auf das Verhalten der Metalle ist.

Nachtrag.

Um den Grund des eigenthümlichen Verhaltens näher auszumitteln, welches das Eisen zu salpetersaurem Silber zeigt, setzte ich die Silberauflösung mit den beiden Eisenoxyden in Berührung, und fand, dafs nicht nur das vollkommene Oxyd — wie bekannt — ohne alle Wirkung ist, sondern auch das reine Oxydul. Die oben aufgestellte Annahme, dafs das Eisen

im oxydirten Zuſtande eine Reduction bewirkt, iſt demnach unrichtig, und folglich auch der angegebene Grund, warum nach einiger Zeit bei Berührung der Luft an der Oberfläche der Flüſſigkeit eine Reduction erfolgt. Durch die Anwendung einer Silberauflöſung, welche viel freie Säure hatte, durch das zufällige Herausnehmen eines darin geſtandenen Eiſendrahts und das Wiederhineinſtellen nach kurzer Zeit, erhielt ich den geſuchten Aufſchluſs. An dem Eiſendraht bildete ſich nämlich bei Einwirkung der Luft ſalpeterſaures Eiſenoxydul, welches, wie alle oxydulirten Eiſenſalze, das ſalpeterſaure Silber ſchnell reducirt. Man kann daher durch das reinſte Eiſen ſchnell eine Reduction des Silberſalpeters bewirken, wenn man es vorher in die ſaure Auflöſung dieſes Salzes taucht, dann herauszieht und eine kurze Zeit an die Luft hält, was natürlich noch vortheilhafter bewirkt wird, wenn man das Eiſen vorher in verdünnte Salpeterſäure taucht. Die Erklärung des Verhaltens des Eiſens zu dieſer Silberauflöſung iſt demnach ganz einfach folgende: Die Verwandtſchaft des Silbers zum Sauerſtoffe, zuſammengenommen mit der des Silberoxyds zur Salpeterſäure, iſt gröſser als die des Eiſens zum Sauerſtoff, ſammt der des Eiſenoxyds zur Salpeterſäure, ſo wenig demnach Eiſenoxyd Silberoxyd auszuſcheiden vermag, ſo wenig kann das reguliniſche Eiſen das Silber reduciren. Bei Einwirkung freier Salpeterſäure unter Zutritt der Luft hingegen bildet ſich am Eiſen ſalpeterſaures Eiſenoxydul, deſſen Verwandtſchaft zum Sauerſtoff gröſser als die des Silbers zum Sauerſtoff, ſammt der des Silberoxyds zur Salpeterſäure, iſt.

Digitized by Google

V.

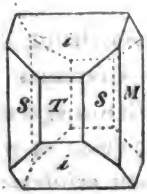
Analyſe des Picrosmins;

von

Gustav Magnus *).

Der *Picrosmin* wurde als ſelbſtſtändige Species von Herrn Haidinger erklärt, und die erſte Beſchreibung deſſelben findet ſich im Grundriſs der Mineralogie von Mohs **).

„Die Formen des *Picrosmins* gehören in das prismatiſche Syſtem. Kryſtalle hat man noch nicht beobachtet, aber er iſt vollkommen theilbar in der Richtung der kurzen Diagonale eines Prismas von 126° 52′ (*s*), von dem ſich ebenfalls Spuren finden. Auch theilt ſich das Mineral in der Richtung der langen Diagonale und nach beiden Flächen eines horizontalen Prismas von 117° 49′ (*i*), welche als Zuſchärfung auf die ſtumpfe Seitenkante des Prismas (*s*) aufgeſetzt ſind. Sämmtliche beobachtete Blätterdurchgänge ſind in der beiſtehenden Figur



*) Der gegenwärtige Aufſatz macht den Leſer zugleich in Ausführlichkeit mit dem Gange einer Analyſe bekannt, bei welcher das Foſſil, nach der bisher noch wenig angewandten Methode des Hrn. Berzelius (Vergl. deſſen Jahresbericht für 1825. p. 124), durch Flufsſäure aufgeſchloſſen wurde. (*P.*)

**) Theil II. S. 666.

Digitized by Google

abgebildet. Der Glanz auf der deutlichſten Theilungsfläche *M* iſt perlmutterartig, ſonſt zeigt das Mineral überall Glasglanz. Die Farbe iſt licht grünlich grau. Der Picrosmin iſt an den Kanten durchſcheinend, aber undurchſichtig, beſitzt eine Härte von 2,5 bis 3,0 (etwas geringer als Kalkſpath); und ein eigenthümliches Gewicht von 2,660. Man kennt ihn bis jetzt nur von der Grube *Engelsburg* bei *Presnitz* in *Böhmen*, wo er mit Magneteiſenſtein und Bitterſpath im Urgebirge bricht. Er zeigt viel Uebereinſtimmendes mit manchen Abänderungen von Asbeſt, die ſich vielleicht in der Folge, wenn ſie genauer unterſucht ſind, an dieſe Species anſchlieſsen werden."

Für ſich iſt das Foſſil vor dem Löthrohr unſchmelzbar, erhält aber durch das Glühen eine gröſsere Härte. Im Kolben wird es anfangs ſchwarz, wie die meiſten Talkerde haltigen Foſſilien, dann weiſs, und giebt Waſſer. Mit Kobaltſolution zeigt es die rothe Farbe der Magneſia. In Phosphorſalz und Borax wird es aufgelöſt mit Hinterlaſſung eines Kieſelſkelets; das geglühte Foſſil iſt indeſs viel ſchwerer löslich, als das nicht geglühte. Mit Soda auf Kohle bildet es eine halbgeſchmolzene unklare Maſſe.

Um die Zuſammenſetzung des Foſſils auszumitteln, wurden 2,144 Grammes deſſelben, fein geſchlemmt, in einem Platintiegel mit rauchender wäſſeriger Fluſsſäure übergoſſen; es wurde zerſetzt, wobei es ſich bis zum Kochen erhitzte; während des Erkaltens ward es von Zeit zu Zeit mit einem kleinen Platinlöffel umgerührt. Darauf etwas deſtillirte Schwefelſäure zugeſetzt, und vorſichtig bis zur Trockne eingedampft, und gelinde geglüht, um alle Fluſskieſel-

Digitized by Google

säure, und überschüssig zugesetzte Schwefelsäure zu entfernen.

Die geglühte Masse wurde in Wasser aufgelöst, wobei ein geringer unlöslicher Rückstand blieb, der wahrscheinlich aus Kieselerde *) bestand, indessen zu gering war, als dass man ihn hätte untersuchen können, ob er noch unzersetztes Steinpulver enthielt. Die klare Auflösung ward nun mit kaustischem Ammoniak versetzt, und der dadurch erhaltene Niederschlag, der aus Thonerde, Eisenoxyd und etwas Mangan und Magnesia bestand, auf ein Filtrum gebracht. Die abfiltrirte Flüssigkeit, die noch den grösten Theil der Magnesia und des Mangans enthielt, ward mit oxalsaurem Ammoniak auf Kalk untersucht; da sich aber kein Niederschlag zeigte, ward dieselbe bis zur Trockne eingedampft und geglüht, um alle Ammoniak-Salze zu vertreiben, und darauf in wenigem Wasser wieder aufgelöst.

Der durch Ammoniak erhaltene Niederschlag ward getrocknet und geglüht. Er wog 0,096 Gr. = 4,477 pr. C. Darauf ward er in Salzsäure wieder aufgelöst, und mit kaustischem Kali in Ueberschuss digerirt, wodurch die in demselben enthaltene Thonerde aufgelöst, und von dem durch das Kali gefällten Eisenoxyd, Manganoxyd und Magnesia getrennt wurde. Die Thonerde haltende alkalische Flüssigkeit ward mit Salzsäure sauer gemacht, und die Thonerde sodann

*) Man könnte glauben, dass dieser Rückstand aus Gyps bestand, indess wird später gezeigt werden, dass das Fossil durchaus keinen Kalk enthalte, es wäre eher möglich, dass derselbe aus etwas, durch das Glühen zersetzter, schwefelsaurer Thonerde oder Eisenoxyd bestand.

Digitized by Google

durch kohlenſaures Ammoniak gefällt, und beſtimmt. Sie wog 0,017 Gr. = 0,793 pr. C.

Das durch Kali niedergeſchlagene Eiſenoxyd, Manganoxyd und Magneſia, ward wiederum in Salzſäure aufgelöſt, genau durch kauſtiſches Ammoniak neutraliſirt, und das Eiſen durch bernſteinſaures Ammoniak gefällt und abfiltrirt. Das bernſteinſaure Eiſenoxyd wurde, nachdem es vollkommen ausgeſüſst war, noch auf dem Filtrum mit verdünntem kauſtiſchen Ammoniak übergoſſen, um den gröſsten Theil der Bernſteinſäure auszuziehen, und darauf getrocknet, geglüht und gewogen. Es waren 0,030 Gr. Eiſenoxyd gleich 1,399 pr. C.

Die vom bernſteinſauren Eiſenoxyd abfiltrirte Flüſſigkeit, die nur noch Mangan und Magneſia enthielt, ward eingedampft, und zur Vertreibung der Ammoniak-Salze geglüht, darauf in Waſſer aufgelöſt, und zu der oben erhaltenen Flüſſigkeit (die gleichfalls nur noch Mangan und Magneſia enthielt) geſetzt, mit Ammoniak neutraliſirt, und das Mangan durch Hydrothion-Ammoniak gefällt, geglüht und gewogen. Es waren 0,010 Gr. Dieſe als Oxydum - Manganoſo - Manganicum berechnet, entſprechen 0,009 Gr. Manganoxydul gleich 0,420 pr. C.

Die nun noch übrige Flüſſigkeit, die nur noch Magneſia enthielt, ward ſo lange digerirt, bis alles überſchüſſig zugeſetzte Hydrothion - Ammoniak verflüchtigt war, und nachdem der Schwefel, der ſich hierbei abgeſetzt hatte, abfiltrirt worden, ward dieſelbe bis zur Trockne abgedampft, und zur Vertreibung des Salmiaks geglüht; darauf wieder in wenig Waſſer aufgelöſt, einige Tropfen Schwefelſäure

Digitized by Google

ungesetzt, um alle Magnesia in schwefelsaure Magnesia zu verwandeln, und sodann bis zur Trockne eingedampft, gelind geglüht und bestimmt. Sie wog 2,098 Gr. Diese entsprechen 0,715 Gr. Magnesia gleich 35,548 pr. C.

Um zu untersuchen, ob das Fossil Kali oder Natron enthalte, wurde die erhaltene schwefelsaure Magnesia wiederum aufgelöst, und so lange essigsaurer Baryt hinzugesetzt, als noch ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt erfolgte. Darauf wurde der letztere abfiltrirt, und die zurückbleibende essigsaure Magnesia mit dem überschüssig zugesetzten essigsauren Baryt zur Trockne eingedampft und geglüht, um die essigsauren Salze in kohlensaure umzuändern, die auf ein Filtrum gebracht, und mit etwas Wasser ausgesüsst wurden. Für den Fall, dass Kali oder Natron gegenwärtig war, musste dies in dem Aussüssungs-Wasser enthalten seyn, weshalb dasselbe bis zur Trockne eingedampft ward; es hinterliess nur einen sehr geringen Rückstand, der sich bei näherer Untersuchung ebenfalls als Magnesia ergab. Denn nachdem derselbe in Salzsäure aufgelöst worden, konnte er durch Ammoniak völlig niedergeschlagen werden. Es enthält also das Fossil weder Kali noch Natron.

Um nun den Gehalt an Kieselerde zu untersuchen, wurden 0,982 Gr. des geschlemmten Fossils mit ihrem 3 bis 4fachen Gewicht kohlensauren Natrons im Platintiegel geschmolzen, die Masse darauf in Wasser aufgelöst, in ein Glas gebracht, und so lange Salzsäure zugesetzt, bis sich keine Kohlensäure mehr entwickelte, darauf eingedampft und stark getrocknet, um die Kieselerde völlig unlöslich zu machen, dann mit

Digitized by Google

Salzsäure beträpfelt, damit, wenn etwa einige der vorhandenen salzsauren Salze ihre Salzsäure durch zu starkes Eintrocknen verloren hätten, sie dieselbe wieder anziehen könnten. Darauf wurde die Masse in Wasser aufgelöst, die Kieselerde abfiltrirt und bestimmt. Sie wog 0,539 Gr. = 54,886 pr. C.

Die abfiltrirte Flüssigkeit ward mit Ammoniak präcipitirt, der erhaltene Niederschlag wog 0,047 = 4,786 pr. C.

Um gewiss zu seyn, dass das Fossil keinen Kalk enthalte, ward die von diesem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit mit oxalsaurem Ammoniak geprüft, doch gab sie keine Spur von Kalk zu erkennen.

Die Resultate der bisherigen Analyse sind nun:

Kieselerde	54,886,	enthält Sauerstoff	28,389
Magnesia	33,348	" " "	12,909
Thonerde	0,793	" " "	0,367
Eisenoxyd	1,399	" " "	0,429
Manganoxydul	0,420	" " "	0,092

Addirt man den Sauerstoff aller Basen, so erhält man 13,797, welches fast die Hälfte von dem Sauerstoff der Kieselerde ist, woraus man sieht, dass das Fossil ein Bisilicat sey.

Ich muss hier bemerken, dass es mir nicht möglich war, das Fossil ganz rein zur Analyse anzuwenden; denn es findet sich dasselbe ganz durchdrungen mit einem braunen Gemengtheil; und es wäre vielleicht möglich, dass diesem der Gehalt an Thonerde und Eisen zuzuschreiben sey; denn eine so geringe Beimischung eines mit den übrigen Basen nicht isomorphen Körpers, ist doch wohl nur als zufällig, und

Digitized by Google

nicht, als zur chemiſchen Zuſammenſetzung des Körpers nothwendig gehörend, zu betrachten.

Die Farbe dieſes Gemengtheils hat mich veranlaſst, das Eiſen als Eiſenoxyd und nicht als Oxydul in der Verbindung anzunehmen. Das Mangan aber glaube ich als Oxydul darin enthalten. Denn, da daſſelbe ſo gewöhnlich mit der Magneſia vorkömmt, und ein mit ihr ſo ſehr ähnliches chemiſches Verhalten hat, ſo iſt anzunehmen: daſs es als ein mit derſelben iſomorpher Körper in der Verbindung enthalten ſey. Es iſt daher die mineralogiſche Formel für dieſes Foſſil $\left.\begin{matrix} M \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$, oder, da das Mangan nur in ſehr geringer Quantität beigemengt iſt, MS^2.

Es iſt nun noch übrig, über den Waſſer-Gehalt des Foſſils Einiges zu ſagen.

Glüht man das fein geriebene Steinpulver ſehr heftig und anhaltend über einer Spiritus-Lampe mit doppeltem Luftzuge; ſo verliert daſſelbe an Gewicht wie folgt:

0,740 Gr. verloren 0,0575 Gr. = 7,76 pr. C.
0,453 - - 0,031 - = 6,843 pr. C.

Nimmt man aus dieſen beiden Verſuchen das Mittel, ſo erhält man 7,301 pr. C. flüchtige Beſtandtheile, die gröſstentheils Waſſer waren, das ein wenig alkaliſch auf Lackmuspapier reagirte. Dieſe Reaction war wahrſcheinlich von etwas Ammoniak hervorgebracht, das ſich aus den das Foſſil beim Glühen ſchwarz färbenden Theilen erzeugt hatte. Es war mir jedoch unmöglich, wegen der geringen Menge des Foſſils, die ich zur Analyſe hatte, die Quantität des Waſſers zu beſtimmen; ſo viel weiſs ich jedoch, daſs faſt alle flüchtigen Theile Waſſer geweſen.

Digitized by Google

Wären alle 7,301 pr. C. flüchtige Beſtandtheile Waſſer; ſo wäre der Sauerſtoff des Waſſers 6,49, welches genau die Hälfte von 12,999, gleich der Hälfte des Sauerſtoffes der Baſen iſt, mit Ausſchluſs des der Thonerde und des Eiſenoxyds, die als zufällig beigemengt zu betrachten ſind. Es würde daher für dieſen Fall die Formel für das Foſſil ſeyn: $2\,MS^2 + Aq$; und dieſs iſt das wahrſcheinlichſte; denn die Menge fremder Beſtandtheile, die das Foſſil beim Glühen ſchwarz färben, und Ammoniak entwickeln, ſind wohl nur ſehr gering. Es wäre indeſs auch möglich, daſs der Sauerſtoff des Waſſers nur $\frac{1}{3}$ des Sauerſtoffs der Baſen, nämlich 4,33, wäre. Alsdann enthielt das Foſſil nur 4,87 pr. C. Waſſer und 243 pr. C. flüchtige Beſtandtheile, und es wäre die Formel für daſſelbe $3\,MS^3 + Aq$, was mir unwahrſcheinlicher zu ſeyn ſcheint.

Digitized by Google

VI.

Ueber die ſcheinbare Richtung der Augen in einem Bildniſſe;

von

William Hyde Wollaston, M. D. *)

(Hierzu die Kupfertafel No. I und II mit ihren Anhängſeln.)

Wenn man erwägt, mit welcher Genauigkeit wir gewöhnlich beurtheilen, ob die Augen einer anderen Perſon auf uns gerichtet ſind, und wie unmittelbar wir ſelbſt einen einzigen Blick von ihnen gewahr werden, ſo muſs es überraſchen, daſs die Gründe eines ſo genauen Urtheils nicht deutlich bekannt ſind, und daſs die meiſten Perſonen, wenn ſie hierüber eine Erklärung verſuchen, mehrere Umſtände überſehen, durch die ſie, wie es ſcheint, gewöhnlich geleitet werden. Zwar mag es nicht möglich ſeyn, an den Augen lebender Perſonen zu erweiſen, von welcher Art dieſe Umſtände ſind; allein an Bildniſſen läſst ſich überzeugend darthun, daſs die Leichtigkeit, mit der wir bei dieſen über die Richtung entſcheiden, hauptſächlich auf den Anblick von Theilen beruht, welche, ſo viel ich erfahren kann, noch nicht als einwirkend auf unſer Urtheil betrachtet worden ſind.

Zuvor könnte man glauben, die kreisförmige Geſtalt der Iris ſey ein hinlängliches Kennzeichen der Richtung, in welcher ein Auge ſieht, weil, wenn das

*) Im Auszuge aus den Phil. Trans. for 1824. pt II. p. 247.

Digitized by Google

lebende Auge auf uns gerichtet ist, dieser Theil immer kreisrund erscheint, und er, streng genommen, nicht so erscheinen kann, wenn wir ihn von der Seite her betrachten. Bei näherer Untersuchung aber ist es klar, dass wir zu diesem Behufe die Genauigkeit der Kreisgestalt nicht scharf genug beurtheilen können, selbst wenn wir die ganze Iris wahrnehmen; in vielen Fällen sehen wir aber einen zu kleinen Theil ihres Umfanges, um zu entscheiden, ob dieser kreisrund sey oder elliptisch. Ueberdiess müsste die Iris in einem Bildnisse, obgleich sie darin wirklich kreisrund gezeichnet ist und folglich auch so erscheinen wird, wenn wir die Vorderansicht von ihr haben, dennoch in allen schiefen Lagen als eine Ellipse gesehen werden. Und doch, wie es wohl bekannt ist, scheinen die Augen den Beobachter allenthalben anzusehen, selbst wenn er sich so weit auf die Seite begiebt, dass er sie entschieden in einer sehr elliptischen Gestalt erblickt. Der Grund, warum die Augen eines Bildnisses uns zu folgen scheinen, soll weiterhin betrachtet werden; denn ohne genaue Kenntnis der Umstände, von welchen die scheinbare Richtung in der Vorderansicht abhängt, lässt er sich nicht genügend einsehen.

Wenn wir an einer uns gegenüber stehenden und, ungefähr um zwanzig Grad, horizontal zur Seite fortsehenden Person die Augen mit Aufmerksamkeit betrachten, so finden wir, dass die merkbarste Veränderung, welche sie in Folge einer Seitenbewegung in ihrem Ansehen erleiden, aus einem Wachsen und Abnehmen der weissen Theile an ihren Winkeln besteht, und davon abhängt, ob die Augen der Nase zu- oder abgewendet werden.

Digitized by Google

Bei der mittleren Lage eines Auges sind die beiden Theile des Weifsen fast einander gleich. Durch diese Gleichheit sind wir im Stande zu entscheiden, dafs eine Person weder nach ihrer Rechten noch nach ihrer Linken sieht, sondern gerade aus in Richtung ihrer Nase, woran im Allgemeinen die Lage des Gesichtes erkannt wird. Wenn hingegen die Person ihre Augen zur Seite hin wendet, so wird uns dieſs sogleich bemerklich gemacht durch eine Verringerung des Weifsen in den Augen, an der Seite, nach welcher sie sich wandten. Durch dieſses Kennzeichen allein sind wir im Stande zu schätzen, wie weit die Augen *in Richtung von dem Gesichte abweichen, zu welchem sie gehören.* Aber ihre Richtung in *Bezug auf uns*, ist völlig von der ersteren verschieden, und bei Beurtheilung dieſser scheint es, dafs wir, selbst beim Anblicken lebender Augen, nicht bloſs durch die Augen allein, sondern zugleich durch die Lage des ganzen Gesichtes geleitet werden.

Wenn ein Augenpaar richtig gezeichnet wird, das den Zuschauer ansieht, mit derjenigen mäſsigen Ablenkung von der Lage des übrigen Gesichtes, wie sie in den besten Bildniſsen gebräuchlich ist, und ohne dafs Striche hinzugefügt werden, woraus die Stellung des Gesichtes zu errathen ist, so bleibt die Richtung dieſser Augen in dem Maafse schwankend und unbestimmt, dafs sie nicht allen Personen die nämliche zu seyn scheint; ja es läſst sich machen, dafs sie einer und derselben Person auf sich oder von sich gerichtet erscheinen, sobald man einige Gesichtszüge hinzufügt, die die *Lage des Gesichtes*, den wesentlichen Umstand hiebei, scharf bezeichnen.

Digitized by Google

Bei den Zeichnungen, die ich der Königl. Gesellschaft vorlegen kann, bin ich durch die wohl bekannte Geschicklichkeit des Präsidenten der Königlichen Akademie, Sir Thomas Lawrence, gütigst unterstützt worden. Das auf Tafel I ursprünglich nach dem Leben gezeichnete Augenpaar hat denselben gefliſſentlich angesehen und ist darauf nach der Originalzeichnung mit einem Gesicht in halbgewandter Stellung versehen worden, so dass die Augen mit dieser Umgebung den Zuschauer entschieden anzusehen scheinen. Auf dem Anhängsel ist die untere Hälfte eines entgegengesetzt gewandten Gesichtes auf solche Art an die nämlichen Augen angelegt, dass diese bedeutend nach der Rechten der sie betrachtenden Person hinsehen.

In der ersten dieser Figuren macht die Lage des Gesichtes einen gewissen Winkel nach unserer Linken hin, und die von der Lage jenes um einen gleichen Winkel abgewandten Augen, scheinen auf uns gerichtet zu seyn. In der letzteren, in der das Gesicht nach derselben Seite gewendet ist, wie die Augen, werden diese in ihrer scheinbaren Richtung noch weiter nach unserer Rechten geführt, ein Beweis von dem Einfluſs der gröſseren Gesichtstheile, selbst bei einem Widerspruch mit den kleineren des Auges, das für diese Stellung nicht richtig gezeichnet ist.

Was die scheinbare Lage des Gesichtes betrifft, so ist klar, dass unser Urtheil über dieselbe hauptsächlich durch die Nase und durch andere sehr hervorragende Theile bedingt wird, weil diese durch eine Veränderung in der Lage am meisten in ihrer perspectivischen Gestalt verändert werden; zwar erleiden

Digitized by Google

auch die unbedeutendſten Hervorragungen, wenn ſie hinlänglich von der Seite her betrachtet werden, eine Formveränderung; allein ſie ſind ſo gering, daſs ſie ſchwerlich von uns wahrgenommen werden. Es muſs ſelbſt dem oberflächlichſten Beobachter einleuchtend ſeyn, daſs eine und dieſelbe perſpectiviſche Zeichnung, welche ein Augenpaar bei einer gewiſſen Lage des Geſichtes darſtellt, kein genaues Bild dieſer Augen für eine andere Lage ſeyn kann. Aber bei einer ſo geringen Schiefe, wie gewöhnlich den Augen in einem Portrait gegeben wird, das den Zuſchauer anſehen ſoll, iſt die aus der Schiefe entſpringende Geſtaltveränderung der Augenlieder geringer, als der Unterſchied, der ſich an den Augen verſchiedener Perſonen beobachten läſst. Aus dieſem Grunde kann ein Augenpaar, das um uns anzuſehen gezeichnet iſt, am beſten von der beabſichtigten Richtung abgelenkt werden, wenn man die übrigen Geſichtszüge in einer neuen Lage an daſſelbe anlegt. Die Umkehrung des Verſuches läſst ſich innerhalb derſelben Gränzen ebenfalls mit Erfolg bewirken. Augen, die urſprünglich gezeichnet ſind ein wenig ſeitwärts von uns hin zu ſehen, laſſen ſich durch paſsliche Anlegung der übrigen Geſichtszüge dergeſtalt verändern, daſs ſie uns gerade anſehen. Auf dieſe Art kann eine Ablenkung von zwanzig oder dreiſsig Graden bewirkt werden; allein daraus darf man nicht ſchlieſsen, daſs auch eine Wendung von neunzig Grad erreicht werden könne. Es würde abgeſchmackt ſeyn zu glauben, daſs ein im Profil gezeichnetes Auge zu einem uns gerade anſehenden, oder umgekehrt, ein gerade auf uns ſehendes zu einem im Profil erſcheinenden gemacht werden könne. Allein

Digitized by Google

selbst dann, wenn dieser Versuch über die vernunftgemäfsen Gränzen so weit hinausgeführt worden ist, dafs die perspectivische Gestalt des Auges sehr schlecht zu den übrigen Gesichtszügen paßt, wird die Wirkung nur geschwächt, nicht gänzlich aufgehoben. Einige Personen, die sich viel mit dem Zeichnen des menschlichen Auges beschäftigen und daher gewohnt sind die Gestalt der Augenlieder sehr genau zu betrachten, werden zwar nicht, wie andere, die volle Wirkung empfinden; allein die Veränderung der Richtung, welche alle diejenigen zugeben, die in ihrem Urtheil durch nichts gestört werden, zeigt, wie gering der Einfluss ist, den die Augenlieder im Vergleich mit den mehr hervorragenden Gesichtstheilen, auf die scheinbare Richtung der Augen ausüben.

Um zu sehen, ein wie geringer Zusatz hinlänglich sey, jene Wirkung hervorzubringen, wurden nach der höchst sinnreichen Erfindung des Hrn. Perkins vier einander völlig gleiche Copien von einem und demselben Augenpaare auf eine Kupferplatte gebracht. Eine starke Stahlplatte, in die jenes zuerst gravirt worden, gab, nachdem sie gehärtet war, einen erhabenen Abdruck auf einer Walze von weichem Stahl, die mit grofser Kraft wiederholt über die Platte hinwegging. Die Walze wurde hierauf ebenfalls gehärtet und dann mit derselben vier Eindrücke in eine Kupferplatte gemacht, wodurch die kopirten Zeichnungen die unzweifelhafteste Identität bekamen. Dessen ungeachtet wurde die Richtung zweier dieser Augenpaare blofs dadurch, dafs man jedem derselben eine in verschiedener Stellung gezeichnete Nase hinzufügte, so verändert, dafs man glaubt, das eine sehe rechts und das

Digitized by Google

andere links; eine ähnliche Verschiedenheit in der scheinbaren Richtung erlitt ein jedes der beiden andern Augenpaare durch Hinzufügung der oberen Hälfte eines Gesichtes, dem nur eine schwache Andeutung von der Lage der Nase gegeben war *).

Der gröfsern Deutlichkeit wegen haben wir bisher nur die Fälle betrachtet, in denen die Augen und das Gesicht eine Seitenwendung um einen kleinen Winkel nach der Rechten oder Linken hin bekamen. Hatten die Augen entgegengesetzte Richtung mit dem Gesicht, so sahen sie uns an, waren sie aber mit jenem nach derselben Seite gerichtet, so wurden sie um die Summe dieser Winkel von uns abgelenkt. Dieselben Grundsätze lassen sich auch auf Fälle einer mäfsigen Neigung des Gesichtes auf- und niederwärts anwenden. Denn wenn ein Gesicht nach unten gekehrt ist, so müssen die Augen, welche uns ansehen, gegen jenes Gesicht in die Höhe gerichtet seyn. Und wenn zu so gezeichneten Augen ein aufwärts gerichtetes Gesicht, statt des früheren gesetzt wird, so scheint es sogleich, als sehen die Augen über uns hinweg.

Wenn das Augenpaar zugleich nach beiden Richtungen gedreht worden ist, so dafs es seitwärts in die Höhe sieht, so giebt die Veränderung, welche bei Abwechslung der Lage des Gesichtes entsteht, das schlagendste Beispiel von der Macht dieser Umstände, wie man aus Tafel II und ihrem Anhängsel ersehen kann.

*) Da eine Zeichnung hierüber nur dann von Interesse seyn kann, wenn sie, wie im Originale der nach der Perkins'schen Methode verfertigte Kupferstich, die völlige Identität der nebeneinander stehenden Augenpaare verbürgt, so ist hier in Worten ausgedruckt, was dort bildlich dargestellt wurde. (*P.*)

Digitized by Google

Die Wirkung, die sich auf diese Art hervorbringen läßt, ist indeß nicht bloß auf eine verschiedene Ablenkung der Augen eingeschränkt; vielmehr kann man diesen durch die Gestaltung der übrigen Gesichtszüge einen ganz verschiedenen Charakter geben. Ein in frommer Andacht versunkenes Auge bei in die Höhe gerichteten Mienen kann so durch ein nach unten und nach der andern Seite gekehrtes jüngeres Gesicht mit dem Seitenblick einer neugierigen Schelmin vertauscht werden. Das untere Augenlied, das in der ersten Lage aus einer offenbar bloß perspectivischen Wirkung einen Theil des Augapfels verbarg, scheint in der letzteren mit Gewalt gehoben, und giebt dadurch, unterstützt von den übrigen Minen, denselben Augen ein lächelndes Ansehen. Doch, es würde zwecklos seyn, die verschiedenen Modificationen, deren dieser Versuch fähig ist, weiter zu verfolgen. Die schon gegebenen Beispiele sind hinreichend zu zeigen, daß die scheinbare Richtung der Augen nach oder von einem Beobachter, durch den Einfluß zweier Umstände bedingt wird, die in derselben Zeichnung vereinigt sind, nämlich: 1) durch die allgemeine Lage des Gesichtes, und 2) durch die Ablenkung der Augen von dieser Lage.

Nach dieser Kenntniß über den Einfluß der Perspective des Gesichtes auf die scheinbare Richtung der Augen in einem Bildnisse, werden wir vorbereitet seyn, zu untersuchen, warum die Augen, wenn sie den gerade vor dem Gemälde stehenden Beobachter ansehen, diesem zu folgen und in jeder anderen Richtung ebenfalls anzublicken scheinen. Erwägen wir, welche Wirkung durch einen Wechsel unserer Stel-

Digitized by Google

lung in Bezug auf jede andere perſpectiviſche Zeichnung hervorgebracht wird, ſo finden wir bei der ſcheinbaren Lage der Gegenſtände eine ähnliche Beſtändigkeit in Bezug auf uns, und eine ähnliche Veränderung ihrer Richtung in Bezug auf die Ebene der Zeichnung oder den Raum, worin dieſe hängt. In dieſem Falle läſst ſich die Erſcheinung aus den einfachſten Grundſätzen deutlich ableiten.

Wenn zwei Gegenſtände auf dem Boden in verſchiedenem Abſtande von uns geſehen werden, ſo wird der eine über dem andern erſcheinen und auch ſo gezeichnet werden müſſen. Die Linie, welche beide verbindet, iſt in der Ebene der Zeichnung eine aufrecht ſtehende Linie und ſtellt eine Vertikalebene vor, die durch das Auge und durch die Gegenſtände hindurchgeht. Wenn es heiſst, es ſeyen Gegenſtände von verſchiedener Erhebung mit uns in einer Linie, ſo iſt eigentlich damit gemeint, ſie ſeyen ſo gelegen, daſs eine Vertikalebene von dem Auge durch ſie hindurchgehen würde. Da nun die aufrecht ſtehende (in der Ebene der Zeichnung wirklich oder nur in Vorausſetzung gezogene und daſelbſt eine Vertikalebene bedeutende) Linie aufrecht geſehen wird und fortwährend eine Vertikalebene bezeichnet, wie weit wir uns auch auf die Seite begeben; ſo folgt daraus, daſs dieſelbe Reihe von Gegenſtänden, ſelbſt in der ſchiefſten Richtung, in der ſie betrachtet werden kann, noch in einer Vertikalebene liegt und mit uns in einer Linie geſehen wird, genau wie bei der Vorderanſicht. Dadurch ſcheint es, daſs ſie ſich mit uns drehen, wenn wir uns von der erſten Stellung in eine beliebige andere begeben, in der wir ſie von der Seite her betrachten.

Digitized by Google

Bei Bildnissen hängt diese Erscheinung von denselben Umständen ab. Eine Nase genau in Vorderansicht und in aufrechter Stellung gezeichnet, ist fortwährend auf den Zuschauer gerichtet, wie weit dieselbe auch von der Seite her von diesem betrachtet wird. Umgekehrt, wenn die Nase von der Seite, z. B. von der rechten, abgebildet ist, muss sie dem Zuschauer in allen seinen Stellungen nach der Rechten gekehrt erscheinen, und Augen, welche von dieser Richtung unter einem hinlänglichen Winkel auf den Zuschauer gewandt sind, so dass sie ihn ansehen, wenn er gerade vor ihnen steht, werden auch darin fortfahren, wenn er sie von der Seite her betrachtet. Um sich bei einem Bildnisse von der unveränderlichen Richtung der Nase und Augen zu überführen, zeichne man in Fronte eines Gemäldes eine Bouffole mit einem quadratischen Gehäuse so, dass dessen Seiten in Richtung der Nase erscheinen und die Magnetnadel parallel liegt mit der scheinbaren Richtung der Augen. Dann wird die Nadel in allen Stellungen, von denen aus man die Augen betrachten mag, eine in deren Richtung markirte Linie darbieten, die durch das Bleibende ihrer Lage genau denselben Anblick, wie das Augenpaar gewährt, nämlich dem Beobachter ebenso wie jenes folgt. (In der Kupfertafel, die das Original zur Erläuterung des Obigen enthält, und hier als nicht unumgänglich nöthig zu dessen Verfahren fortgeblieben ist, sehen die Augen eines halb en Face gezeichneten Kopfes gerade auf den Zuschauer; in der unterhalb befindlichen Bouffole steht folglich die Magnetnadel aus perspectivischen Gründen senkrecht. (*P.*)) Auf gleiche Weise wird, wenn die Augen seitwärts nach

Digitized by Google

unten gewandt sind, die Nadel unverändert nach derselben Seite des Zuschauers gerichtet erscheinen, gerade so, wie es in dem Beispiel mit dem Gehäuse der Fall war.

In Zeichnungen von einiger Ausdehnung läfst die relative Lage der Gegenstände von verschiedener Entfernung eine deutliche Bezeichnung der Directionslinien zu. In Bildnissen aber sind wegen Mangel eines sichtbaren Kennzeichens über die Richtung der Augen diese Umstände weniger deutlich. Wenn aber irgend ein Gegenstand in Fronte des Gemäldes gezeichnet ist, so dafs der Mittelpunkt eines der Augen sich genau über demselben zu befinden scheint, so hat man eine die Richtung bezeichnende Linie, welche durch ihre beständig vertikale Stellung die Aehnlichkeit der Erscheinungen in einem Bildnisse mit den entsprechenden in gröfseren Gemälden vollständig macht.

VII.

Ueber die Ausmittlung des Arseniks bei Vergiftungen;

von

J. J. Berzelius.

(Das Nachstehende ist, mit Bewilligung des Hrn. Verfassers, theils aus dem zweiten Theile der neuen Auflage seines Lehrbuches, theils aus seinem Jahresberichte für 1826 entnommen, welche beide, vom Hrn. Dr. Wöhler übersetzt, in kurzer Zeit erscheinen werden. (*P.*))

Bei Vergiftungen mit Arsenik können zwei Fälle eintreten, entweder hat der Getödtete Arsenik in Pulver-

Digitized by Google

form oder in Auflöfung erhalten. Im erfteren Falle findet man faft immer fichtbare Theile des Arfeniks in den Contentis oder auf der innern Seite des Magens, wo fie durch dunkelrothe Flecke ausgezeichnet find, auf welchen fie aufgefucht werden können, und der Verfuch, ihre Natur darzuthun, gehört dann zu den leichteften. Es handelt fich dann nicht darum, eine fo grofse Menge, wie z. B. $\frac{1}{10}$ Gran, nöthig zu haben; jedes Korn Arfenik, welches mit blofsem Auge fichtbar ift und nur ein fo grofses Volumen hat, dafs es auf irgend eine Weife von der Stelle, wo es liegt, in eine Glasröhre gebracht werden kann, ift dann hinreichend, um durch die Reductionsprobe als Arfenik erkannt zu werden. Ich verfahre dabei auf folgende Art: Eine Glasröhre von z. B. $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{7}$ Zoll Durchmeffer wird an dem einen Ende zu einer feinen, zwei bis drei Zoll langen Spitze ausgezogen, welche inwendig nicht weiter feyn darf, als ungefähr die Dicke einer ftarken Stricknadel beträgt, und am Ende zugefchmolzen wird.

Das Arfenikkorn (wenn es ein Milligramm oder $\frac{1}{50}$ Gran wiegt, fo beträgt es fchon mehr als nöthig ift) wird nach *a* gebracht und bis zu *b* mit Kohlenpulver überfchüttet, welches man kurz vorher, zur Verjagung aller Feuchtigkeit, vor dem Löthrohr ausgeglüht hatte. Hierauf bringt man die Röhre in horizontaler Lage in die Flamme einer Weingeiftlampe, und zwar fo, dafs *a*, worin das Arfenikkorn liegt, aufserhalb der Flamme bleibt. Wenn nun die Kohle bei *b* glüht, fo wird auch *a* in die Flamme gebracht,

Digitized by Google

wobei die arſenichte Säure in Gas verwandelt und während ihres Durchganges durch die glühende Kohle reducirt wird. Das metalliſche Arſenik condenſirt ſich in der ſchmalen Röhre gleich da, wo ſie aus der Flamme tritt, in Geſtalt eines glänzenden, dunkel metalliſchen Ringes, welcher durch gelinde Erhitzung noch weiter vorgetrieben und mehr angeſammelt werden kann, wodurch er noch ſpiegelnder und heller wird. Da der geringe Durchmeſſer der Röhre allen Luftwechſel verhindert, ſo wird nichts vom Metalle wieder oxydirt. Auf dieſe Weiſe habe ich ohne Zweideutigkeit das metalliſche Arſenik ſichtbar gemacht aus Quantitäten von Arſenik, für welche keine meiner Wagen einen ſichtbaren Ausſchlag gab. Es bleibt nur noch übrig, das Arſenik am Geruch zu erkennen. Dieſs geſchieht, indem man die Röhre zwiſchen der Kohle und dem Metalle abſchneidet, und an der Stelle, wo das Metall ſitzt, gelinde erhitzt, während man in einigem Abſtande die Naſe darüber hält.

Der zweite Fall findet Statt, wenn keine ſichtbaren Arſenikkörner vorhanden ſind, z. B. wenn der Tod entweder durch Arſenikauflöſung oder durch ſehr fein gepülverte arſenichte Säure verurſacht war. In erſterem Falle iſt es oft unmöglich, das Arſenik zu entdecken, weil die Auflöſung lange vor dem Tode ausgeleert wurde. Iſt aber von demſelben noch etwas übrig, ſo entdeckt man es am beſten auf die Weiſe, daſs die Contenta zuerſt in der Siedhitze mit kauſtiſchem Kali und dann mit Salzſäure behandelt werden, worauf die Flüſſigkeit filtrirt, zu einem geringeren Volumen abgedampft, wieder filtrirt, wenn es nöthig iſt, und alsdann durch dieſelbe ein Strom von Schwefelwaſſer-

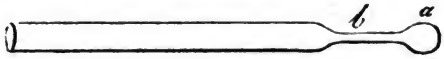
Digitized by Google

ſtoffgas geleitet wird. Man erhitzt nun die Flüſſigkeit, ſo daſs ſich der Niederſchlag ſammelt, oder dampft ſie ein, wenn ſie ſich nicht klären will, ſo lange bis ſie klärt, worauf man ſie filtrirt *). Wenn alsdann der ausgewaſchene Niederſchlag ſo gering iſt, daſs er nicht mechaniſch vom Filtrum abgenommen werden kann, ſo wird er aus dem Papiere mit kauſtiſchem Ammoniak ausgezogen, und die Flüſſigkeit auf einem Uhrglaſe verdampft. Das zurückbleibende Schwefelarſenik kann auf zweierlei Arten oxydirt werden: entweder wird es in ein wenig Königswaſſer aufgelöſt, bis daſs alles Arſenik in Säure verwandelt iſt, die Flüſſigkeit vom Schwefel abgeſchieden, bei gelinder Wärme eingetrocknet, dann der Rückſtand in einem Tropfen Waſſer aufgelöſt und mit Kalkwaſſer in Ueberſchuſs verſetzt. Oder noch beſſer, man vermiſcht das Schwefelarſenik mit einem Salpeter und verpufft das Gemenge in einer an dem einen Ende zugeſchmolzenen Glasröhre. Man ſchmilzt zuerſt etwas Salpeter in der Röhre und läſst dann allmählig in kleinen Portionen etwas von dem Gemenge hinunterfallen, welches ohne Detonation verbrennt, wenn man

*) Iſt der Arſenikgehalt ſehr gering, ſo wird die Flüſſigkeit gelb, ohne gefällt zu werden, wird ſie dann aber abgedampft, ſo ſcheidet ſich Schwefelarſenik in dem Grade ab, als die Säure ſich während des Verdunſtens concentrirt. Wird die Flüſſigkeit gelb, ohne daſs ſich beim Abdampfen Schwefelarſenik abſcheidet, ſo darf dieſs nicht als Beweis für die Gegenwart von Arſenik betrachtet werden. Dieſe Färbung trifft faſt immer ein, wenn die Flüſſigkeit Salpeterſäure enthält, welche, zu ſalpetrichter Säure reducirt, die aufgelöſten thieriſchen Stoffe gelb färbt.

Digitized by Google

nicht allzuwenig Salpeter genommen hat. Die Maſſe wird in einigen Tropfen oder in ſo wenig Waſſer, als nöthig iſt, aufgelöſt, die Auflöſung mit Kalkwaſſer in Ueberſchuſs verſetzt und zum Kochen erhitzt, wodurch ſich der arſenikſaure Kalk beſſer ſammelt und leichter auswaſchbar wird. Der Niederſchlag wird geſammelt, mit friſch geglühtem Kohlenpulver vermiſcht und in eine Glasröhre von nachſtehender Form gebracht:



ſo daſs das Gemenge in *a* zu liegen kommt. Die Röhre wird zuerſt gelinde erhitzt, um alle Feuchtigkeit zu verjagen, welche das Gemenge eingeſogen haben könnte, und hierauf der Boden von *a* in die Löthrohrflamme bis zum anfangenden Schmelzen des Glaſes gebracht. Das Arſenik wird dann reducirt und ſammelt ſich in dem ſchmalen Stücke *b* an, wo es über eine ſo geringe Fläche verbreitet iſt, daſs die geringſten Mengen erkannt werden können. Schwefelarſenik, welcher nicht mehr als $\frac{1}{10}$ Gran wiegt, iſt hinreichend um eine entſcheidende Reductionsprobe zu geben; ja der arſenikſaure Kalk, welcher von $\frac{1}{6}$ Grm. Schwefelarſenik erhalten wird, kann, wenn er wohl aufgeſammelt wird, zu drei Reductionsproben hinreichen. Dieſs Verfahren iſt dem von Rose, bei welchem man Borſäure anwendet, vorzuziehen, denn dieſe Säure kann ſelten ſo frei von Waſſer erhalten werden, daſs ſie ſich nicht aufblähte und nicht die Maſſe weit in die Röhre hinauftriebe, wo es denn, nachdem ſie ſo vertheilt iſt, ſchwer hält auf ſie einzuwirken. Ferner kann nach der hier gegebenen Methode eine Quan-

Digitized by Google

tität vom arſenichtſauren Kalk hinreichend ſeyn, welcher nach der Rose'ſchen Probe deshalb keinen Ausſchlag geben würde, weil das reducirte Metall auf eine zu groſse Glasfläche gebracht worden iſt, um noch ſpiegelnd erhalten zu werden. Will man aber Borſäure anwenden, weil die Reduction mittelſt dieſer leichter vor ſich geht, ſo vermiſcht man dieſelbe, nachdem ſie zuvor auf der Kohle zur Kugel geſchmolzen worden iſt, mit dem arſenikſauren Kalke und ganz wenig Kohle. Zur Probe iſt dann nur die Flamme der Spirituslampe ohne Löthrohr nöthig. Ich ziehe jedoch die erſtere Methode vor. Wenn die ſaure Flüſſigkeit, welche mit Schwefelwaſſerſtoffgas behandelt wird, keinen Niederſchlag giebt, ſo kann ſie Arſenikſäure enthalten. Sie wird dann mit Ammoniak geſättigt und mit Hydrothionammoniak zerſetzt, wovon die Arſenikſäure ſogleich zu Schwefelarſenik reducirt wird. Nachdem dieſe Flüſſigkeit eine Weile in gelinder Wärme geſtanden hat, wird Salzſäure in Ueberſchuſs zugeſetzt (wobei Schwefelarſenik mit Schwefel vermengt niederfällt) und dann mit der oben beſchriebenen Behandlung fortgefahren.

Aber bei ſo ſcharfen Proben, wie dieſe hier, muſs man verſichert ſeyn, keine arſenikhaltigen Reagenzien anzuwenden, und dieſs iſt ſchwerer als man glaubt. Alle Schwefelſäure, welche nicht mit vulkaniſchem Schwefel, ſondern entweder mit Schwefel aus Schwefelkies, oder unmittelbar aus Schwefelkies bereitet wird, enthält Arſenik, und giebt, wenn ſie Zink oder Eiſen auflöſt, ein arſenikhaltiges Waſſerſtoffgas. Wird dieſe Säure zur Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoffgas angewandt, ſo hat man eine Einmengung von Ar-

Digitized by Google

ſenikwaſſerſtoffgas im Schwefelwaſſerſtoffgas zu befürchten, wodurch die Fällung eines arſenikhaltigen Schwefels bewirkt werden kann, indem ſich der Waſſerſtoff beider in der Probeflüſſigkeit durch die Luft oxydirt. Die vermittelſt einer ſolchen Schwefelſäure erhaltene Salzſäure enthält ebenfalls Arſenik, und es gilt von ihr alsdann daſſelbe. Man muſs daher zu dieſen Verſuchen deſtillirte Schwefelſäure anwenden, und auch dieſe nicht, ohne ſie zuvor durch Schwefelwaſſerſtoffgas auf einen Arſenikgehalt geprüft zu haben. Daſſelbe gilt von der zu dieſem Verſuche anzuwendenden Salzſäure. In ſolchen Fällen kann man nicht vorſichtig genug ſeyn.

Nur allein die Reductionsprobe kann als ſicher angeſehen werden, und ſie macht alle andere überflüſſig *). Wenn dieſe nicht gelingt, ſo iſt das Reſultat immer unzuverläſſig, auch wenn man bei der Behandlung des Kalkniederſchlages, aus der Rose'ſchen Probe, auf Kohle vor dem Löthrohre den Arſenikgeruch zu erkennen glaubt; denn ein an dieſe Verſuche wenig gewöhnter Experimentator kann oft im Geruch der in dieſem Niederſchlage enthaltenen thieriſchen Stoffe einen Arſenikgehalt zu erkennen glauben, der ſich gar nicht darin befindet. — Ich muſs jedoch dabei

*) Die Fällung der arſenikhaltigen Flüſſigkeit durch ſalpeterſaures Silber oder ſchwefelſaures Kupfer, ſo wie mehrere andere Proben ſind unſicher, wenn organiſche Materien vorhanden ſind. Phosphorſäure fällt das ſalpeterſaure Silber mit derſelben Farbe, wie die arſenichte Säure, und Decocte von Zwiebeln und ungebranntem Kaffee, mit Alkali verſetzt, geben mit Kupferſalz grüne Niederſchläge, welche dem Scheele'ſchen Grün ähnlich ſind.

Digitized by Google

erinnern, dafs kein Arzt oder Chemiker ein gefetzlich beftätigtes Zeugnifs über eine folche Unterfuchung, wobei Gift gefunden worden war, abliefern follte, wenn er nicht felbft beim Herausnehmen der Maffe gegenwärtig gewefen ift, oder wenn fie nicht in Gegenwart gültiger Zeugen herausgenommen und fogleich mit Siegeln und der Aufſchrift dieſer Zeugen verſehen und beſtätigt war, um hierdurch allen Unterſchleifen vorzubeugen, die durch das Intereſſe einzelner Perſonen vielleicht veranlafst werden könnten.

VIII.

Doppelſalz von kohlenſaurem und phosphorſaurem Natron.

Es giebt in der Nachbarſchaft von *Glasgow* eine, Hrn. Macintosh gehörende, Berlinerblau-Fabrik, in der auch Cyaneiſenkalium (Blutlaugenſalz) in ſehr beträchtlicher Menge bereitet wird. Die Blauſäure wurde ehedem durchs Verbrennen von Rindsklauen gewonnen, die man hauptſächlich aus Irland bezog; es wurden in der Fabrik täglich die Hufe von tauſend Rindern verbraucht. Mit dem Ende des letzten Krieges nahm aber das Schlachten des Viehes in Irland beträchtlich ab und daher wurden die Hufe ſelten. Dieſs veranlafste Hrn. Macintosh, ſtatt jener die ſogenannten Grieben (cracknales) zu nehmen, welche er ſich, wie Hr. Dr. Thomſon glaubt, hauptſächlich von den Kerzengieſsern verſchaffte. Bald nach An-

Digitized by Google

wendung dieſer Subſtanz zeigte ſich in den Laugen des Cyaneiſenkaliums eine beträchtliche Menge eines weiſsen Salzes in feinen Nadeln, welches den Prozeſs der Bereitung des erſteren bedeutend erſchwerte. Von dieſem Salze ſandte Hr. M. eine Quantität an Hrn. Dr. Thomson, um es zu unterſuchen. Nachſtehendes enthält das Weſentliche dieſer Unterſuchung.

Die Kryſtalle dieſes Salzes ſind ſchöne, regelmäſsig ſechsſeitige Prismen, die ſich durch Umkryſtalliſiren noch gröſser erhalten laſſen. Bei wiederholtem Umkryſtalliſiren werden ſie aber zerſetzt, indem phosphorſaures Natron in ſeiner gewöhnlichen Form aus den Löſungen anſchieſst. Dieſs Doppelſalz hat einen kühlen und alkaliſchen Geſchmack, verändert ſich nicht an der Luft, und iſt in Waſſer löslich. Salpeterſäure löſt es unter ſchwachem aber deutlichem Aufbrauſen auf. Nachdem Hr. Dr. Th. ſich durch die gewöhnlichen Mittel überzeugt hatte, daſs das Salz auſser der Kohlenſäure auch Phosphorſäure enthielt, wurden 200 Gran des kryſtalliſirten Salzes, in Waſſer gelöſt, mit Salpeterſäure geſättigt und durch ſalpeterſaures Blei gefällt. Der Niederſchlag wog 141,3 Gran, nach Hrn. Dr. Th. = 28,26 Gr. Phosphorſäure. Die Flüſſigkeit enthielt nur reines, ſalpeterſaures Natron und gab davon 109,5 Gran, nach Hrn. Dr. Th. = 40,74 Gr. Natron; Hr. Dr. Th. ſchlieſst nun weiter, daſs, da jene 28,26 Gr. Phosphorſäure an Natron 32,297 Gr. zur Sättigung erfordern, 7,443 Gr. Natron übrig bleiben, die von 5,117 Kohlenſäure geſättigt werden, und daſs folglich das Salz zuſammengeſetzt ſey aus:

Digitized by Google

Phosphorſäure	28,260 . . .	4 Atome
Kohlenſäure	5,117 . . .	1 -
Natron	40,740 . . .	5 -
Waſſer	125,883 . . .	55 -

oder aus 4 At. phosphorſ. Natrum, 1 At. kohlenſ. Natron und 55 At. Waſſer. (Auszug aus d. Ann. of *phil.* Nov. 1825. p. 381.)

IX.

Anderthalb ſchwefelſaures Natron (Sesqui sulphate of Soda).

Dieſes Salz wurde von dem Dr. Thomson bei Gelegenheit der Bereitung von Salzſäure entdeckt. Er deſtillirte nämlich käufliche Schwefelſäure mit Kochſalz, fing das ſalzſaure Gas in Waſſer auf, und behandelte, als die Operation nicht mehr lohnend war, den Rückſtand zu wiederholten Malen mit Waſſer. Die erſte von den auf dieſe Art erhaltenen Löſungen wurde durch Verdunſten eingeengt und zum Kryſtalliſiren hingeſtellt, worauf das erwähnte Salz anſchoſs. Dieſes Salz ſoll indeſs nicht allemal erſcheinen; doch erhielt Hr. Dr. Th. es mehrere Male auf dem angezeigten Wege und er zweifelt daher nicht, daſs die Darſtellung auch andern Chemikern gelingen werde, obgleich er ihnen die näheren Bedingungen dazu nicht anzugeben vermag.

Dieſe Kryſtalle haben, nach Hrn. Dr. Th., ein rechtwinklig vierſeitiges Prisma zur Grundgeſtalt, an dem die Seitenkanten zu einer achtſeitigen Säule abge-

Digitized by Google

ſtumpft ſind, und oben mehrere Endflächen vorkommen. (Die Beſchreibung und die nebenſtehenden Holzſchnitte ſind von der Art, daſs ſich Nichts mit Gewiſsheit über die Lage der Flächen ſchlieſsen läſst. (*P.*)) Die Kryſtalle haben einen ſehr ſauren Geſchmack, ziehen weder Feuchtigkeit an, noch effloresciren ſie, ſondern bleiben hart, und trocken an ihrer Oberfläche. Ihr ſpecifiſches Gewicht, in Alkohol beſtimmt, beträgt 2,26 bei 63° F. Hundert Theile Waſſer löſen 25 Theile dieſes Salzes, bei 63° F. Im Alkohol iſt es unlöslich. Im Sandbade erhitzt, ſchmilzt es nicht; es verändert auch nicht ſein Anſehen, noch verliert es bedeutend an Gewicht. Auch für ſich im Platintiegel erhitzt, verliert es nicht bedeutend an Gewicht; es enthält daher kein Waſſer. Es wurde darum mit kohlenſaurem Ammoniak in hinreichender Menge gemiſcht, und über einer Spirituslampe ſo lange geglüht, bis es nichts mehr an Gewicht verlor. 40 Gr. verloren ſo 8,7 Gr.; der Rückſtand war waſſerfreies ſchwefelſaures Natron. 40 andere Gran dieſes Salzes in Waſſer gelöſt, und mit ſalzſaurem Baryt gefällt, gaben 75 Gr. ſchwefelſauren Baryt = 25,42 Gr. Schwefelſäure, alſo nahe das 3fache von 8,7. Hiernach beſteht folglich das Salz aus: 1½ Atomen Schwefelſäure und 1 Atome Natron. (Auszug aus d. Annals of Phil. Dec. 1825. 435. Ein Sesquisulphate von Kali iſt ſchon vor längerer Zeit hier aufgefunden worden. (*P.*))

X.

Saures ſchwefelſaures Natron.

Hr. Dr. Thomſon hat ferner das ſaure ſchwefelſaure Natron, erhalten durch Kryſtalliſation einer mit Schwefelſäure verſetzten Glauberſalzlöſung, unterſucht und die Kryſtallform deſſelben beſchrieben. Da aber das Daſeyn dieſes Salzes bekannt iſt, und Hrn. Th. Beſchreibung der Kryſtalle keine Belehrung gewährt, ſo mag es hier nur angeführt werden, daſs 20 Gran des kryſtalliſirten Salzes, mit kohlenſaurem Ammoniak geglüht, 9,7 Gr. verloren; 20 andere Gran mit ſalzſaurem Baryt gefällt, 30,32 Gr. ſchwefelſauren Baryt gaben; und daraus gefolgert wird, das Salz ſey ein Bisulfate mit 24,6 pr. C. oder 4 Atomen Waſſer. (Auszug aus d. Annal. of Phil. Dec. 1823. p. 439.)

XI.

Schwefelſaures Natron ($\ddot{N}a\,\ddot{C}^2 + 16\,Aq$).

Es iſt bekannt, daſs, wenn man eine heiſse concentrirte Löſung von ſchwefelſaurem Natron in eine Flaſche thut und darin verſchlieſst, ſie bis auf die gewöhnliche Temperatur erkalten kann, ohne zu kryſtalliſiren, daſs ſich aber eine Menge von Kryſtallen bildet, ſogleich wie die Flaſche geöffnet wird. Es iſt auch beobachtet worden, daſs ſich, unter gewiſſen Um-

Digitized by Google

fänden, beim Erkalten der Löfung Kryftalle erzeugen, felbft wenn die Flafche nicht geöffnet oder erfchüttert wurde. Diefe Kryftalle, wenn man fie in der Löfung beobachtet, find fehr durchfichtig und von einer beträchtlichen Gröfse; fie erfcheinen als vierfeitige Prismen, mit zweiflächigen Enden. Beim Oeffnen der Flafche kryftallifirt die übrige Flüffigkeit fchnell, wobei die zuerft gebildeten Kryftalle von andern umgeben find, die fich aber dadurch leicht von ihnen unterfcheiden, dafs fie ein weifses opakes Anfehen bekommen. Nimmt man die Kryftalle heraus, fo zeigen fich die zuerft gebildeten viel härter, als die gewöhnlichen Kryftalle von fchwefelfaurem Natron, und wenn fie gebrochen werden, findet man, dafs fie nicht blofs an der Oberfläche trübe find, fondern bis auf eine ziemlich beträchtliche Tiefe und felbf. zuweilen durch und durch.

Diefe harten und befonderen Kryftalle werden leicht erhalten, wenn man eine bei 180° F. gefättigte Löfung von fchwefelfaurem Natron in einer Florentiner Flafche verfchliefst, nachdem fie darin zuvor gekocht worden ift, um die Luft auszutreiben. Nach 24ftündigem Stehen haben fich feine Kryftalle gebildet. Wenn die Flafche geöffnet wird, fetzt die Löfung neue Kryftalle ab, aber nachdem man die Flafche zerfchlagen hat, laffen fich die letzteren, wegen ihrer geringeren Härte, mit einem Federmeffer von den erfteren abkratzen. Diefe harten Kryftalle zeigen fich, nachdem fie abgefondert worden, eben fo verwitternd als die von der gewöhnlichen Art, und verlieren zuletzt ihren ganzen Waffergehalt, fo dafs nur trocknes fchwefelfaures Natron zurückbleibt. Als eine gewogene Menge in ei-

Digitized by Google

nem Platintiegel erhitzt wurde, ging an Waſſer die Hälfte fort, der Reſt war trocknes Salz. Sie enthalten alſo 8 Proportionale Waſſer oder 72 ſchwefelſaures Natron und $8 \times 9 = 72$ Waſſer. Die gewöhnlichen Kryſtalle des ſchwefelſauren Natrons enthalten 10 Proportionale Waſſer. (Setzt man nach Berzelius 2 At. Sauerſtoff im Natron voraus, ſo muſs für beide Salze die Atomenanzahl des Waſſers verdoppelt werden. (*P.*))

Wenn kryſtallifirtes ſchwefelſaures Natron in einer Flaſche erhitzt wird, ſo löſt ſich ein Theil deſſelben in dem vorhandenen Waſſer auf, während das Uebrige in einem waſſerfreien Zuſtande niedergeſchlagen wird. Die bei 180° geſättigte Löſung (The solution of 180°) ſcheint ein Proportional Salz = 72 und 18 Proportionale Waſſer = 162 zu enthalten; woraus, falls es richtig iſt, folgen würde, daſs, wenn die Kryſtalle bis zu 180° erhitzt werden, $\frac{5}{9}$ des Salzes alles Waſſer aufnehmen, während $\frac{4}{9}$ in waſſerfreiem Zuſtand abgeſchieden werden. (M. F. in Journ. of Sc. No. XXXIX. 152.)

XII.

Kohlenſaures Natron ($\dot{N}a\ddot{C}^2 + 16\,\dot{A}q$) *).

Dieſes Salz hatte ſich in den Siedepfannen einer Hrn. Charles Tennant zu *Glasgow* gehörigen Natron-

*) Hr. Dr. Thomson nennt dieſes Salz *prismatiſches* kohlenſaures Natron, welcher Name aber ſchon demjenigen Salze zukommt, das von Hrn. Haidinger (dieſ. Ann. Bd. LXXXI. S. 367) kryſtallographiſch beſchrieben worden iſt. Hr. Dr. Th.

Digitized by Google

fabrik gebildet und die Aufmerkſamkeit dadurch auf ſich gezogen, daſs es im Aeuſsern ganz von dem gewöhnlichen Natron verſchieden war. Hr. Thomas Clarke, Vorſteher jener Fabrik, fand, daſs dieſes Salz ein kohlenſaures Natron mit 7 oder 8 At. Waſſer ſey, ſandte es aber zur näheren Unterſuchung an den Dr. Thomson. Dieſem zufolge erſcheinen die Kryſtalle als rechtwinklige 4ſeitige Prismen, zugeſpitzt durch 2 Paare von Flächen, die auf den Säulenflächen aufgeſetzt ſind und gegen dieſe reſpective unter 118° und 125° neigen, ſo daſs die Primitivform ein rectanguläres Prisma ſeyn würde. Die Kryſtalle ſind oft anderthalb Zoll lang und mehr als einen Viertel Zoll dick. Sie verwittern nicht an der Luft, wenigſtens nicht in dem etwas feuchten Laboratorium des Dr. Th. Ihr ſpec. Gewicht iſt 1,51. Hundert Theile Waſſer von 65° F., löſen 63,87 Theile dieſes Salzes. Erhitzt, ſchmilzt es in ſeinem Kryſtallwaſſer doch nicht ſo vollkommen, als das gewöhnliche kohlenſaure Natron, denn es bleibt immer ein Theil ungeſchmolzen. Beim Erkalten der Flüſſigkeit ſchieſsen Kryſtalle von muthmaſslich einer dritten Art kohlenſauren Natrons an, die noch weniger Waſſer enthalten.

führt auch an, daſs beſondere Kryſtalle erhalten werden, wenn man das gewöhnliche kohlenſaure Natron in ſeinem Kryſtallwaſſer ſchmilzt und hierauf erkalten läſst. Man könnte hieraus ſchlieſsen, dieſe Kryſtalle ſeyen identiſch mit den hier beſchriebenen; daſs dem aber nicht ſo iſt, erſieht man aus der folgenden Notiz des Hrn. Haidinger. Es giebt alſo vom waſſerhaltigen baſiſch kohlenſauren Natron ($\ddot{N}a\,\ddot{C}^2$) wenigſtens drei Salze mit verſchiedenem Waſſergehalte, wo nicht gar vier (a. a. O. S. 376.). (P.)

Digitized by Google

Das hier beſchriebene Salz enthält, nach Hrn. Th., keine Schwefelſäure, noch Schwefel oder Hydrothionſäure, ſondern iſt, auſser einer Beimiſchung von 1,3 pr. C. Kochſalz (50 Gr. Salz gaben 1,58 Gr. Chlorſilber) nur reines kohlenſaures Natron. 50 Gr. des Salzes verloren durchs Glühen 28,09 Gr. Waſſer, oder, das in jenem enthaltene Kochſalz als waſſerfrei angenommen, 56,92 pr. C. 50 Gr. in Salpeterſäure gelöſt, und die Löſung zur Trockne verdampft, gaben 35,59 Gr. ſalpeterſaures Natron. (Einen ähnlichen Verſuch mit Schwefelſäure verwirft Hr. Dr. Thomson ſelbſt, weil die angewandte Säure nicht rein war.) Als 50 Gran in einem Woulf'ſchen Apparat in Salpeterſäure oder Schwefelſäure eingetragen wurde, verlor das Ganze: 8,01; 8,06 bis 8,47 Gran, wonach Hr. Dr. Th. die Kohlenſäure zu 17,163 pr. C. annimmt. Das Ganze giebt für die Zuſammenſetzung des Salzes:

Kohlenſäure	17,163	. . .	1 At.
Natron	25,797	. . .	1 -
Waſſer	56,920	. . .	8 -

Das Natron wird in der Fabrik des Hrn. Tennant dadurch gewonnen, daſs man ſchwefelſaures Natron mit einer verbrennlichen Subſtanz (gewöhnliche Steinkohle, common pit-coal) erhitzt, das erzeugte Sulphuret in Waſſer löſt, zur Trockne verdampft, mit Sägeſpänen miſcht und hinreichend erhitzt, um dieſe zu verbrennen. Gewöhnlich enthält das ſo gewonnene Natron eine geringe Beimiſchung von ſchwefelſaurem Natron, von welchem aber das unterſuchte eigenthümliche Salz frei war. (Auszug aus den Ann. of Phil. Dec. 1825. p. 442.)

Digitized by Google

XIII.

Prismatiſches Natronſalz von Mohs.

Man erhält dieſes Salz bei der Abkühlung einer geſättigten Auflöſung von kohlenſaurem Natron bei einer Temperatur von 20° bis 30° R. als vierſeitige tafelförmige Kryſtalle; leichter noch dadurch, daſs man die Auflöſung längere Zeit hindurch einer höheren Temperatur ausſetzt, oder Kryſtalle des gewöhnlichen hemiprismatiſchen Salzes, welche 62,96 pr. C. Waſſer enthalten, in ihrem Kryſtallwaſſer ſchmelzt.

Die Kryſtalle gehören in das prismatiſche Syſtem. Sie verwittern an der Luft, aber nicht ſo ſchnell, als die des gewöhnlichen Salzes. Das Mittel aus mehreren Verſuchen, welche Hr. Haidinger, während ſeines Aufenthaltes in Berlin, zur Beſtimmung des Waſſergehaltes anſtellte, gab 17,74 pr. C. Dieſe Species enthält demnach den achten Theil des Waſſers, welches zur Bildung des gewöhnlichen Salzes gehört, wie aus der Formel $2\,\ddot{N}a\,\ddot{C}^2 + 5\,Aq$ hervorgeht, die 82,59 Thl. trocknes Salz und 17,41 Thl. Waſſer erfordert.

XIV.

Verſuche zur Beſtimmung der Intenſitäten des Magnetismus der Erde, nebſt Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der horizontalen Magnetnadel zu Hammersfors und Spitzbergen;

von

Hrn. Edward Sabine.

[Der gegenwärtige Aufſatz iſt ein Auszug aus dem auf Koſten des Board of Longitude im J. 1825 zu London erſchienenen Werke: An Account of Experiments to determine the Figure of the Earth, by means of the pendulum vibrating seconds in different latitudes, as well as on other subjects of Philosophical Inquiry. By Edward Sabine; Captain of the Roy. Reg. of Artillery F. R. S. etc. etc., und kann als eine Fortſetzung deſſen betrachtet werden, was die früheren Bände der Annalen an Beſtimmungen über die Intenſität des Erdmagnetismus bereits enthalten. Es wird den Leſern bekannt ſeyn, daſs Hr. Sabine der Expedition unter Capt. Roſs im Jahre 1818 und der unter Capt. Parry im J. 1819 und 1820 mit beiwohnte, und auf beiden die wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen zu leiten hatte, von denen unter andern die im Bd. 71 dieſ. Ann. vom Hrn. Prof. Hansteen mitgetheilten magnetiſchen Beobachtungen einen Theil ausmachen. Es iſt ferner ſchon in einer Notiz im 76ſt. Bd. S. 29 geſagt worden, daſs Hr. S. an der zweiten Expedition des Capt. Parry keinen Antheil genommen hat, weil ihm von der Brittiſchen Regierung ein anderer Auftrag gegeben wurde. Die gegenwärtige Unterſuchung iſt eins von den Reſultaten dieſes für ſich beſtehenden Unternehmens, deſſen Hauptzweck dahin ging: die Geſtalt der Erde durch eine über einen ganzen Quadranten derſelben ausgedehnte Reihe von Verſuchen mit Comparationspendeln genauer zu beſtimmen, als bisher. Demzufolge wurden von Hrn. Sabine auf zwei Reiſen in den Jahren 1822 und 1823, auſser London, an zwölf verſchiedenen Punkten, nämlich zu Sierra Leone,

Digitized by Google

St. Thomas, Ascension, Bahia, Maranham, Trinidad, Jamaica, New-York, Hammersfors, Spitzbergen, Grönland und Drontheim, die relative Länge des Sekundenpendels ausgemittelt; zugleich aber auch an diesen und einigen andern Stationen verschiedene physikalische Beobachtungen gemacht, von denen namentlich die über den Erdmagnetismus mit besonderer Sorgfalt berücksichtigt wurden. Diese sind es, welche in dem gegenwärtigen Aufsatze im Auszuge mitgetheilt werden. Von den Beobachtungen selbst ist in diesem Auszuge nichts fortgelassen; dahingegen wurde der theoretische Theil beträchtlich abgekürzt, weil sonst der Aufsatz zu einer unverhältnissmässigen Länge angewachsen seyn würde und überdiess die Leser durch Mittheilung der Beobachtungen und der aus ihnen abgeleiteten Rechnung, hinreichende Data zur eignen Beurtheilung des Gegenstandes erhalten haben.]

Wenn man die Fortschritte unserer Bekanntschaft mit den Haupterscheinungen des Erdmagnetismus betrachtet, so kann es unmöglich entgehen, welche geringe Aufmerksamkeit auf die Intensität der magnetischen Kraft verwandt worden ist, in Vergleich zu der Mühe, mit der man die Richtung derselben auszumitteln gesucht hat. Aus einem Aufsatze, der von der Akademie der Wissenschaften zu Paris als Instruction für La Perouse und dessen Gefährten aufgesetzt wurde, erfahren wir, dass schon vor dem Jahre 1782 zu Brest, Cadix, Teneriffa, und Goree Beobachtungen gemacht waren, welche keinen merklichen Unterschied in der Intensität der magnetischen Kraft an diesen Orten gezeigt hatten. Wir wissen gegenwärtig, dass Beobachtungen, die so keinen Unterschied entdecken liessen, fehlerhaft seyn müssen, und diess scheinen auch die Verfasser jenes Aufsatzes geargwöhnt zu haben; wenigstens darf man es daraus schliessen, dass sie solche

Digitized by Google

Verſuche zu wiederholen empfahlen, beſonders, daſs dazu Orte gewählt werden möchten, wo die Neigung am gröſsten und wo ſie am kleinſten ſey.

Dieſe Aufforderung hatte indeſs geringen Erfolg, bis ſie zu Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts glücklicherweiſe die Aufmerkſamkeit des Hrn. von Humboldt auf ſich zog. Aus deſſen im J. 1805 bekannt gemachten vergleichenden Beobachtungen in Europa und Süd-Amerika lernte man zuerſt, daſs die Intenſität abnimmt, wenn man ſich den Punkten der Erde nähert, wo die Neigungsnadel horizontal liegt; auch ſchien es, jedoch mit beträchtlichen Unregelmäſsigkeiten, daſs die Abnahme progreſſiv ſey, übereinſtimmend mit der Abnahme der Neigung. Die Beobachtungen des Hrn. von Humboldt, nebſt einer weit geringeren Anzahl von Hrn. de Roſſel auf der Reiſe des Admirals d'Entrecasteaux gemachten Beobachtungen (die aber ſpäter als die von Hrn. v. Humboldt bekannt wurden und wie jene dieſelben Anzeigen gaben, doch minder entſcheidend) ſchlieſsen, wie ich glaube, Alles ein, was wir auf dem Wege der Erfahrung, vor dem Jahre 1818 über die Intenſität wuſsten. Durch den Entſchluſs der Brittiſchen Regierung, einen abermaligen Verſuch zur Entdeckung einer Nordweſtpaſſage zwiſchen dem atlantiſchen und ſtillen Meere machen zu laſſen, wurde aber in dieſem Jahre in Ländern, zu denen der Zugang vordem auſserordentlich ſchwierig war, ein Feld von groſsem Intereſſe für Unterſuchungen aller Art eröffnet, die mit dem Magnetismus zuſammenhangen.

Das Intereſſe, was ich bei Leſung der Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt empfunden hatte, ver-

Digitized by Google

anlaſste, daſs ich, als man mir die Leitung der wiſſenſchaftlichen Operationen auf der Entdeckungsreiſe vom J. 1818 übertrug, ſehr bekümmert war über die Verfertigung der Inſtrumente, mit denen die Neigung und Intenſität der magnetiſchen Kraft gemeſſen werden ſollte. Die von der Regierung officiell überlieferten Neigungsnadeln waren von ſehr geringer Beſchaffenheit; allein Hr. Browne war ſo gütig mir zu erlauben, das ihm gehörende Inclinatorium mitzunehmen, welches die Arbeit der verſtorbenen Künſtler Nairne und Blunt war, Künſtler, die bei Verfertigung ſolcher Inſtrumente in verdientem Rufe ſtehen. Dieſs Inclinatorium iſt ſpäterhin in meinem Beſitz geblieben und hat mich auf drei Reiſen nach dem Norden und einer nach dem Aequator begleitet; die mit demſelben erhaltenen Reſultate ſollen jetzt näher erörtert werden.

Auf der Reiſe nach der Baffinsbay im J. 1818, ſo wie auf der in den J. 1819—20 nach der Melville's Inſel diente die nämliche Nadel zugleich zur Beſtimmung der Neigung und der Intenſität. Durch kleine Schrauben auf einem an der Axe befeſtigten Kreuze von Drähten *), wie in den Philosoph. Transact. für 1772 Artikel 35 beſchrieben iſt, war ſie mit einem Mittel verſehen, den Schwerpunkt in den Mittelpunkt der Drehung zu bringen. Vor ihrer Einſchiffung im J. 1818 wurde ſie mit groſser Sorgfalt ajuſtirt, wahrſcheinlich ſo genau, als dieſe ſehr ſchwierige Operation jemals iſt ausgeführt worden, und ſeit der Zeit hat ihr Magnetismus keine Veränderung erlitten. Die

*) Die Ebene dieſes Kreuzes liegt der Magnetnadel parallel. (*P.*)

Digitized by Google

auf dieſen beiden Reiſen gemachten Beobachtungen über die Intenſität der Kraft ſind alſo genau mit einander vergleichbar, und wahrſcheinlich verdienen die beobachteten Neigungen ebenfalls dasjenige Zutrauen, was Beobachtungen mit Nadeln gewähren können, von denen man annimmt, daſs ſie auf experimentellem Wege gänzlich von dem Einfluſs der Schwere befreit ſeyen. Es iſt kaum möglich, daſs eine ſolche Ajuſtirung ganz vollkommen ſeyn ſollte, und daher wird man immer Fehlern von einigen Minuten ausgeſetzt bleiben.

Die auf der Reiſe vom J. 1818 gemachten magnetiſchen Beobachtungen ſind in den Philos. Transact. für 1819 ausführlich bekannt gemacht, und die auf der Reiſe von 1819 bis 1820 (oder wenigſtens einem Theile von ihnen, da der zu dieſem Zweck beſtimmte Raum die Bekanntmachung des Ganzen nicht zuliefs) in dem Appendix zu der Beſchreibung jener Reiſe. Da die Beobachtungen über die Intenſität der Kraft zur Erörterung über das Verhältniſs der Veränderung in verſchiedenen Theilen der Erde gebraucht werden, ſo mag hier der folgende Auszug von ihnen ſtehen *).

*) Ein groſser Theil dieſer Beobachtungen ſind ſchon in Bd. 71. S. 275 u. ff. von Hrn. Hansteen mitgetheilt; der Vollſtändigkeit wegen habe ich ſie indeſs hier mit aufgenommen. (*P.*)

Digitized by Google

Beobachtungen auf der Reiſe im J. 1818.

Standorte	Breite	Länge	Neigung	Dauer von 100 Schwingg. im magnet. Meridian
London	51° 31′ N.	0° 8′ W.	70° 33′ N.	8′ 2″
Shetland's Inſeln	60 9,5	1 12	74 21 *	7 49,75
Davis Straſse a. d. Eiſe	68 22	53 50	83 8	7 20
Hasen - Inſel	70 26	54 52	82 49	7 21,3
Baffin's drei Inſeln	74 4	57 52	84 09	. .
Baffin's - Bay a. d. Eiſe	75 5	60 23	84 25 *	7 25,5
Baffin's - Bay - - -	75 51,5	63 6	84 44	7 23,25
Baffin's - Bay - - -	75 59	64 47	84 52	. .
Baffin's - Bay - - -	76 32	73 45	85 44	. .
Baffin's - Bay - - -	76 45	76 0	86 9 *	7 15
Baffin's - Bay - - -	76 8	78 21	86 0	7 16
Davis Straſse	70 35	66 55	84 39	7 16

Beobachtungen auf der Reiſe von 1819 bis 1820.

Standorte	Breite	Länge	Neigung	Dauer von 100 Schwingg. im magnet. Meridian
London	51° 31′ N.	0° 8′ W.	70° 33′	8′ 2″,0
Davis Straſse a. d. Eiſe	64 0	61 50	83 4 *	7 17,4 †
Baffin's Bay - - -	72 0	60 0	84 15	. .
Possession Bay	73 31	77 22	86 4 *	7 19,5 †
Oſtküſte von Regents Einfahrt	72 45	89 41	88 27	7 19 †
Regents Einfahrt auf dem Eiſe	72 57	89 30	88 25 *	. .
Nord - Küſte von Barrow's Straſse	73 33	88 18	87 36 *	. .
Byam Martin's Inſel	75 10	103 44	88 26	7 22,5 †
Eismeer auf d. Eiſe	74 55	104 12	88 29	. .
Bay von Hecla und Griper	74 47	110 34	88 30	. .
Auf Melville's Inſel	74 27	111 42	88 37	7 24,3 †
Obſervatorium, Winterhafen	74 47	110 48	88 43	7 26,25
Davis Straſse a. d. Eiſe	68 30	64 21	84 21,5	. .

Digitized by Google

Bei den sieben mit * bezeichneten Neigungsbeobachtungen hatte Capitain Parry die Güte mir Gesellschaft zu leisten und die Genauigkeit meiner Ablesungen zu bestätigen, indem er diesen Theil der Operation ebenfalls übernahm. Die Ablesungen eines jeden von uns sind im Originale besonders eingetragen, und da man daraus sehen kann, dass sie in diesen sieben Fällen im Mittel um nicht mehr als eine Minute von einander abweichen, so ist dies ein genügender Beweis von der Genauigkeit, mit welcher die Theilungen des Kreises an Hrn. Browne's Neigungsinstrument abgelesen werden konnten. Es muss noch hinzugefügt werden, dass da, wo es von Wichtigkeit war, dass die Versuche einer Reihe sämmtlich von einem und demselben Individuum gemacht wurden, es auch allemal geschah, sowohl bei diesen Beobachtungen, als bei andern, bei denen ich nicht das Vergnügen einer solchen Gesellschaft genoss. Bei Aufzeichnung einer so ausgedehnten Reihe von Neigungs- und Intensität-Beobachtungen, die fast ein Viertel der nördlichen magnetischen Hemisphäre umfasst, ist es nicht unwichtig, solche Umstände zu erwähnen, besonders für diejenigen, welche selbst practische Beobachter sind. Die in der zweiten Tafel mit + bezeichneten Schwingungszeiten sind hier zum ersten Male bekannt gemacht.

[Hr. Sabine erzählt nun, dass er, überzeugt von den Unvollkommenheiten der gewöhnlichen Inclinatorien, sich habe, nach seiner Rückkehr von der arctischen Expedition im J. 1820, ein solches Instrument verfertigen lassen, wie es vom Hrn. Hofrath Mayer in seiner Abhandlung „De usu accuratiori acus inclinatoriae magneticae" beschrieben worden ist, und darauf theilt er die Beobach-

Digitized by Google

mgen mit, welche von ihm mittelſt dieſes Inclinatoriums im J. 1821 zu London über die Neigung daſelbſt angeſtellt wurden. Dieſe Beobachtungen ſind indeſs den Lesern ſchon aus dem 76ſt. Bande dieſer Annalen bekannt, wo der verewigte Gilbert den dahin gehörigen Aufſatz des Hrn. Sabine ausführlich mitgetheilt hat. Ich übergehe daher dieſe Beobachtungen und nehme den Faden dort wieder auf, wo Hr. S. von den Verbeſſerungen redet, die an dem Mayer'ſchen Inclinatorium angebracht wurden. (*P.*)]

Zu derſelben Zeit, als das Mayer'ſche Inclinatorium auserſehen wurde, um den Neigungsbeobachtungen eine gröſsere Genauigkeit zu geben, wurden ſowohl an dem Neigungs- als an dem Intenſitäts-Apparat einige Veränderungen angebracht, von denen es gut ſeyn wird ſie voranzuſchicken. Um ſich von der vollkommnen Horizontalität der Agatplatten, auf denen die Axe der Nadel ruhte, zu verſichern, wurde eine Weingeiſt-Libelle auf einer Scheibe von Meſſing von ſolchem Durchmeſſer angebracht, daſs ſie auf die Platten gelegt werden konnte. Die Fehler der Libelle zeigten ſich, indem man die Scheibe in verſchiedene horizontale Lagen brachte; die der Platten aber, indem man das ganze Inſtrument um ſeine Vertikalaxe (upon its horizontal centre) umdrehte. Nachdem dieſe Fehler ajuſtirt worden und die Platten und Scheibe völlig horizontal lagen, muſsten die Spitzen zweier Kegel, welche auf der ihre Baſen verbindenden Ebene rechtwinklig ſtanden und gleich waren dem Diameter des getheilten Kreiſes an dem Inſtrumente, zuſammenfallen mit den Theilungspunkten 90° und 90° des Kreiſes; geſchah es nicht, ſo lieferten die Kegel ein Mittel, die Ajuſtirung in dieſer Hinſicht zu verbeſſern.

Digitized by Google

Hrn. Browne's Nadel ſchien oberhalb der Axe unnöthig beſchwert zu ſeyn, indem ſie an jedem Drahte des Kreuzes mit zwei Gewichten zum Ajuſtiren verſehen war und die Drähte ſelbſt eine unzweckmäſsige Länge hatten, ſo daſs ſie folglich leicht beſchädigt werden konnten. Es wurden daher die Gewichte ſämmtlich fortgenommen und die Nadel abermals ajuſtirt, dadurch, daſs man alle Drähte auf die Hälfte, ſowie einen der Arme (pairs) bis auf mehr als die Hälfte und ungleich verkürzte. Ich habe ſeitdem Gelegenheit gehabt, die Richtung dieſer Nadel unter faſt allen Neigungen zu unterſuchen, und kann aus ihrer Uebereinſtimmung mit den Reſultaten der Mayer'ſchen Nadel mit Zuverſicht ſagen, daſs die abermalige Aequiponderirung ſehr genügend ausgeführt worden iſt. Die Veränderung erzeugte eine geringe Verſchiedenheit in der Schwingungszeit dieſer Nadel, ſo daſs ihre Schwingungen auf den beiden folgenden Reiſen nicht direkt vergleichbar ſind mit denen auf den beiden vorhergehenden. Dieſer Umſtand iſt jedoch von keinem Belang, weil die ganze Reihe von Beobachtungen gleichfalls mit jeder andern vergleichbar wird, durch die, beiden Reihen gemeinſchaftliche, Station zu London, wo die Schwingungszeit ſehr genau vor und nach jener Veränderung ausgemittelt wurde.

Um die Nadel auf jedem Punkte der Theilung anhalten und loslaſſen zu können, wo man Willens ſeyn mochte die Schwingungen zur Beſtimmung der Intenſität anfangen zu laſſen, wurde ein beweglicher Ring in den getheilten Kreis eingeſetzt und an der Rückſeite deſſelben befeſtigt. An einer Stelle dieſes

Digitized by Google

Ringes war ein doppelter Hebel angebracht. Auf den Arm innerhalb des getheilten Kreises wirkte eine Feder, so dafs die Nadel auf jedem Punkte der Theilung angehalten werden konnte; an dem andern Arm des Hebels, und durch ein Loch in dem grofsen Kreise hindurchgeleitet, war eine Schnur befestigt, die, wenn sie angezogen wurde, den Hebel unter der Nadel fortzog und diese dadurch in Freiheit setzte. Die Nadel wurde vor ihren Schwingungen, sowohl im Meridiane als senkrecht darauf, um 70 Grad von ihrer natürlichen Lage abgelenkt. Die Beobachtung der Schwingungszeit fing an, wenn die Amplitude sich bis auf 60 Grad verringert hatte, und wurde geschlossen, wenn diese bis zu weniger als 10 Grad gekommen war. Die Anzahl der Schwingungen, welche Hrn. Browne's Nadel innerhalb dieser Bogen machte, betrug gewöhnlich 90 bis 110; aus diesen ist die Mittelzeit von 10 Schwingungen abgeleitet und in die folgende Tafel eingetragen. Die Zeit des Anfangs und die von einer jeden zehnten Schwingung wurde nach einem Chronometer aufgezeichnet, und zwar bei dem nächstliegenden Schlag, d. h. bei dem nächstliegenden Vier-Zehntel (0,4) einer Sekunde.

Die folgende Tafel liefert einen Auszug von den Neigungsbeobachtungen, welche, hauptsächlich mit der Mayer'schen Nadel, auf den Reisen von 1822 und 1823 angestellt wurden.

Digitized by Google

	Geographiſche Lage der Stationen *)		
	Breite:	Länge:	
			1822
St. Thomas Inſel	0° 24′ 41″,2 N	6° 44′ 43″,5 O	Mai
Bahia	12° 59′ 21″ S	38° 33′ 3″ W	Juli
Ascension Inſel	7° 55′ 47″,8 S	14° 23′ 46″,5 W	Juni
Maranham	2° 31′ 43″,3 S	44° 21′ 28″,5 W	Aug.
Sierra Leona	8° 29′ 27″,9 N	13° 15′ 11″ W	März
Trinidad	10° 38′ 56″ N	61° 35′ 13″,5 W	Sept.
St. Mary am Gambia	13°,5 N	16°,75 W	Febr.
Porto Praya	15° N	23°,5 W	Jan.
Jamaica	17° 56′ 7″,6 N	76° 54′ 3″ W	Oct.
Gr. Cayman	19°,25 N	81°,5 W	Oct.
Havannah	23° N	82°,5 W	Nov.
Teneriffa	28°,5 N	16°,25 W	Jan.
Madeira	32°,5 N	17° W	Jan.
New York	40° 42′ 43″,2 N	74° 3′ 27″ W	Dec.
			1823
Drontheim	68° 25′ 54″,2	10° 23′ 0″,0 O	Oct.
Hammerfeſt	70° 40′ 5″,3 N	23° 45′ 45″ O	Juni
Grönland	74° 32′ 18″,6 N	18° 49′ 57″,4 W	Aug.
Spitzbergen	79° 49′ 57″,8 N	11° 40′ 30″ O	Juli

*) Dieſe beiden Kolumnen ſind hier hinzugefügt worden, indem das Original an ihrer Statt ſich entweder auf frühere Angaben bezieht, oder Nachweiſungen über die Localität des Beobachtungsortes enthält. Wo Länge und Breite bis auf Secunden angegeben iſt, wurden zugleich Pendelverſuche angeſtellt, und es ſind eigentlich die Standpunkte für dieſe Verſuche, worauf ſich jene Angaben beziehen. In St. Thomas, Bahia, Drontheim und Grönland wurden auch die magnetiſchen Beobachtungen an den Pendelſtationen ſelbſt angeſtellt, an den an-

Digitized by Google

Als das gezeichnete Ende der Nadel war: ein Nordpol und das Gewicht war: unten	oben	ein Südpol und das Gewicht war: unten	oben	Daraus hergeleitete Neigung **)	
F.	*f*	*G.*	*g.*		
86° 18',8	85° 12',1	94° 55',8	93° 44',9	0° 5',75 S	0° 4' S
86 23,3	85 12,8	94 45,4	93 39,8	0 9 6 N	
86 21,0	84 4,0	95 42,5	93 17,5	0 15,5 S	
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	4 12 N *
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	5 10 S *
65 59,5	61 30,5	72 44,2	68 15,5	23 11,5N	23 7,75 N
67 58,1	58 50,0	73 51,25	65 5,0	23 4,0 -	
59 0,1	52 32,5	68 19,0	58 45,6	31 4,0 -	31 2,25 -
58 49,7	53 57,7	67 50,5	59 25,3	31 0,5 -	
50 58,3	46 32,2	54 59,2	51 0,0	38 58,0 -	39 2,5 -
54 49,4	42 9,4	57 37,0	45 46,1	39 7,0 -	
62 30,0	5 33,7	68 50,1	11 28,3	40 23,0 -	40 23,0 -
58 50,6	7 51,8	63 44,3	9 11,6	45 26,1 -	45 26,1 -
43 33,2	38 32,3	47 55,5	42 13,75	47 1,0 -	46 58,25 -
46 35 0	36 43,1	49 53,0	38 6,0	46 55,5 -	
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	48 48,3 - *
38 45,5	36 47,0	41 19,3	36 12,5	51 55,3 -	51 55,0 - *
49 9,0	— 0 19	50 14,1	— 1 15,75	59 50,0 -	59 50,0 -
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	62 12,3 - *
19 21,4	13 40,3	20 26,9	13 57,5	73 5,0 -	73 5,0 -
19 42,0	9 54,0	20 54,0	10 47,0	74 35,0 -	74 43 -
38 40,0	— 15 24,0	39 6,0	— 14 18,0	74 51,0 -	
16 35	8 40,0	17 2,0	7 46,0	77 24,3 -	77 15,7 -
34 31	— 14 1,0	36 0,0	— 14 40,0	77 17,3 -	
13 9,0	12 23,5	13 18,0	12 43,0	77 5,7 -	
27 31	— 10 41,0	27 30,0	— 8 50,0	80 6,0 -	80 11,0 -
14 49	4 0,0	14 34,0	5 11,0	80 16,0 -	
31 46	— 17 50,0	32 54,0	— 18 13,0	81 16,0 -	81 11,0 -
24 16	— 8 54,0	22 45,0	— 5 9,0	81 6,0 -	
9 44	7 51,0	9 12,0	8 30,0	81 10,0 -	

dern Orten aber so nahe bei ihnen, dafs für den vorliegenden Zweck der Unterschied in der Lage beider vernachläfsigt werden kann. Die Angaben in Graden und Bruchtheile derselben sind aus einer spätern hin vorkommenden Tafel entlehnt. *P.*

**) Für Leser, die mit der Einrichtung des Inclinatoriums vom Hrn. Hofr. Mayer nicht bekannt seyn möchten, und vielleicht nicht Gelegenheit hätten, das über dieselbe im 48ft. und 76ft. Bd. dies. Ann. Enthaltene nachzuschlagen, bemerke ich

Digitized by Google

Die folgende Tafel giebt die Mittelzeit von 10 Schwingungen, welche Hrn. Browne's Nadel in ähnlichen Bogen an jeder der in der erſten Kolumne aufgeführten Stationen vollendete. Die zweite Kolumne giebt die Dauer der Schwingungen im magnetiſchen Meridian; das Quadrat dieſer Zahlen drückt das umgekehrte Verhältniſs der Intenſität des Erdmagnetismus aus. Die dritte Kolumne enthält die correſpondirenden Zeiten der Schwingungen in einer auf dem magnetiſchen Meridian ſenkrechten Ebene; die Quadrate der Zahlen in dieſer Kolumne müſſen mit den Quadraten der Zahlen in der vorhergehenden Kolumne übereinſtimmen, nachdem letztere mit dem Sinus der Neigung dividirt ſind. Es kann daher die Neigung ſelbſt, wie durch Beobachtung, gefunden werden,

hier Folgendes: Der Schwerpunkt jener Inclinationsnadel liegt nicht in deren Drehungsaxe, ſondern aufserhalb derſelben und meiſtens auch aufserhalb der Ebene, die, ſenkrecht auf der Indexlinie (oder der auf den magnetiſchen Meridian projicirten magnetiſchen Axe der Inclinationsnadel), durch die Drehungsaxe gelegt iſt. Der letzteren Urſache halber ſind vier Beobachtungen nöthig. Bei der erſten (mit F bezeichneten) liegt der Schwerpunkt unterhalb der Drehungsaxe, bei der zweiten (mit f bezeichneten) bringt man ihn über dieſelbe, indem man die Nadel von der Unterlage abhebt, und, nachdem ſie um 180° um ihre Längenaxe gedreht worden, wieder auflegt. Bei der dritten und vierten Beobachtung (G und g) wird eben ſo verfahren, nur daſs man vorher die Pole der Nadel mit Hülfe eines Magnetes umgekehrt hat, ſo daſs der frühere Südpol jetzt die Stelle des Nordpols einnimmt. Wenn alsdann geſetzt wird:

$$\text{tang } F + \text{tang } f = A \; ; \; \text{tang } F - \text{tang } f = B$$
$$\text{tang } G + \text{tang } g = C \; ; \; \text{tang } G - \text{tang } g = D$$

ſo iſt

$$\frac{A.D}{B+D} + \frac{B.C}{B+D} = \text{dem Doppelten der Cotangente der magnetiſchen Neigung.} \qquad (P.)$$

Digitized by Google

wenn man die Zeiten der Schwingungen im Meridian mit denen ſenkrecht darauf vergleicht. Die dadurch erlangten Reſultate ſind in die fünfte Kolumne gebracht, bis da, wo die Neigung ſo groſs wird, daſs, wegen des geringen Anwachſes der Sinus, dieſe Ableitungsmethode aufhört von praktiſchem Nutzen zu ſeyn. Die vierte Kolumne zeigt die Schwingungszeit der nämlichen Nadel, als ſie an einer Vereinigung von ungedrehten Seidenfäden an einem Ende ihrer Axe aufgehängt war, ſo daſs ihr nur eine horizontale Bewegung erlaubt war. Die Schwingungen wurden in einem hölzernen Gehäuſe mit Glasfenſtern vollführt, und der Aufhängefaden war funfzehn Zoll lang. Die Quadrate dieſer Zeiten müſſen mit den Quadraten der Zeiten in Kolumne 2 übereinſtimmen, nachdem letztere mit dem Cosinus der Neigung dividirt ſind; dieſs liefert eine dritte Methode, die Neigung durch Beobachtung zu beſtimmen, deren man ſich bedienen kann, wenn die vorgehende nicht mehr zu brauchen iſt. Die ſechste Kolumne enthält die ſo abgeleiteten Neigungen. Die ſiebente Kolumne zeigt die auf directem Wege erhaltenen Reſultate, aus der vorhergehenden Tafel abgeleitet und hier zum Vergleich mit denen in der 5ten und 6ten Kolumne hergeſtellt. In der achten Kolumne endlich ſteht die Neigung ſo wie ſich aus dem Mittel der hier verglichenen Methoden ergiebt.

Digitized by Google

	Dauer der 10 Schwingungen, in Sekunden		
	im magnetiſchen Meridian	ſenkrecht auf dem magnet. Meridian	mit horizontaler Nadel
1.	2. $= M$	3. $= P$	4. $= H$
St Thomas	61″,652	ſtillſtehend	. . .
Maranham	58,66	93,744	. . .
Sierra Leona	58,012	81,017	. . .
Trinidad	53,262	67,10	. . .
Jamaica	49,667	58,15	. . .
Gr. Cayman	49,61	57,288	. . .
Havannah	48,177	54,2	. . .
London	49,453	51,0	. . .
New York	44,667	45,687	. . .
Drontheim	49,643	50,552	96,75
Hammerfeſt	48,885	49,435	103,8
Grönland	48,05	48,4	116,507
Spitzbergen	47,562	47,9	121,36

Auf der Entdeckungsreiſe von 1819 bis 1820 hatte ich über die Intenſität der Kraft Verſuche gemacht, mit Nadeln, denen vermöge ihrer Aufhängeart nur eine horizontale Bewegung geſtattet war, wie in dem Anhange zur Beſchreibung jener Reiſe berichtet worden iſt. Es iſt nicht für nöthig gehalten, dieſe Verſuche in der gegenwärtigen Zuſammenſtellung mit aufzunehmen, weil in Fällen, wo die Neigung der von 90 Grad ſo nahe kommt, die Anwendung einer horizontalen Nadel mehr eine Sache der Seltſamkeit wird, um im Allgemeinen die Verminderung der richtenden Kraft, welche die Compaſsnadel unter ſolchen Umſtänden erleidet, zu zeigen, als Nutzen hat

Digitized by Google

hergeleitete Neigung		auf gewöhnlichem Wege gefundene Neigung	Mittel aus den gefundenen Neigungen
$\frac{M^1}{p^1} = \sin D$	$\frac{M^2}{H^2} = \cos D$		
5.	6.	7.	8.
. . . .	. . . .	0° 4′ S	0° 4′,0 S
23° 3′	. . . .	23 7,75	23 6,0 N
30 50,5	. . . .	31 2,25	30 57,0 -
39 3.3	. . . .	39 2,5	39 3,0 -
46 51,0	. . . .	46 58,25	46 55,0 -
48 35,0	. . . .	48 48,3	48 42,0 -
52 11,0	. . . .	51 55.3	52 5,0 -
70 5,8	. . . .	70 3,5	70 4,5 -
72 55,0	. . . .	73 5,0	73 0,0 -
74 40,0	77° 44′,0	74 43,0	74 42,0 -
. . . .	77 11,0	77 13,3	77 13,3 -
. . . .	80 12,7	80 12,0	80 12,0 -
. . . .	81 10,0	81 11,0	81 10,5 -

für die Kenntnifs der wirklichen Intenfität des Magnetismus *). Das Umgekehrte findet jedoch an den Punkten der Erde Statt, wo die natürliche Lage der Neigungsnadel wenig von der horizontalen Nadel abweicht. Unter folchen Umftänden liefert fie vielleicht einen genaueren Vergleich über die relative Intenfität, als die Neigungsnadel, weil diefe wegen der Reibung

*) Ihre Anwendung mufs aufhören, allemal wenn die Ungewifsheit bei der Neigungsbeobachtung, in der von diefer Beobachtung abhängenden Schwingungszeit eine entfprechende Ungewifsheit herbeiführt, die fo viel beträgt, als der noch hinzukommende wahrfcheinliche mittlere Fehler in den Beobachtungen mit der horizontalen Nadel felbft.

Digitized by Google

auf den Ebenen, welche die Axen tragen, früher zur Ruhe kommt, als die an Seidenfäden aufgehängten Nadeln, und weil, je länger die Schwingungen fortgesetzt werden, um so gröfser die Genauigkeit der mittleren Schwingungszeit ist. Aus diesem Grunde ist auch für horizontale Nadeln die Aufhängung an Fäden dem Ruhen auf einer Spitze vorzuziehen.

Der Apparat, welchen ich auf den Reisen von 1822 und 1823 für die horizontalen Nadeln einrichtete, ist in mancher Hinsicht dem in den J. 1819 und 1820 angewandten vorzuziehen; er ist einfach, kostet wenig und entspricht vollkommen seinem Zweck, wie aus der nachstehenden Beschreibung zu ersehen ist. Er besteht aus einem Kasten von Mahagonyholz, der Bequemlichkeit wegen von einer achteckigen Gestalt, und mit einem starken Glase bedeckt. Seine Höhe beträgt 15 Zoll und sein Durchmesser ist so gros, dafs ein Stab von 7 Zoll Länge ungehindert zu schwingen vermag, welcher an einem Seidenfaden aufgehängt ist, der durch eine in der Mitte des Deckelglases eingelassene Messingplatte hindurchgeht. Eine am Boden der Büchse befestigte Metallscheibe von mehr als sieben Zoll im Durchmesser giebt den Schwingungsbogen an. Der Stab oder die Nadel wird von einem leichten Bügel getragen, und in diesem durch Verschieben völlig balancirt. Der Seidendraht von 15 Zoll Länge besteht aus einer hinlänglichen Anzahl von einzelnen Fäden um das Gewicht zu tragen, und wurde immer vorher mit einer Messingnadel, von gleichem Gewichte mit der Magnetnadel, beschwert, damit er sich auswickle. Alsdann wurde er ajustirt, indem man die Büchse so weit umdrehte, dafs die Messingnadel

Digitized by Google

bei Ruhe im magnetiſchen Meridian lag. Die Büchſe wurde gewöhnlich an einem geſchützten Orte auf den Boden geſetzt, fern von Gebäuden oder andern Quellen zu localen Störungen. Die einzige Juſtirung, die, auſser der am Seidenfaden, nöthig war, beſtand darin, den getheilten Kreis horizontal zu ſtellen; dieſs geſchah mit einer kleinen Weingeiſt-Libelle (pocket spirit level) und mit hölzernen unter die Büchſe geſteckten Keilen. Nachdem der Seidenfaden ohne Drehung war und man einen Magnetſtab in den Bügel gelegt hatte, von deſſen horizontaler Lage man durch ſeinen Parallelismus mit der Scheibe überzeugt war, wurde der Theilpunkt, auf welchem er zur Ruhe kam, als Nullpunkt aufgezeichnet. Hierauf wurde der Stab um 40 Grad aus dem Meridian abgelenkt und dort angehalten, mittelſt eines durch das Deckelglas hindurchgehenden Kupferdrahtes, welcher von auſsen her eine Azimuthalbewegung erhalten, und in die Höhe gezogen werden konnte, um die Nadel nach Belieben in Freiheit zu ſetzen und ihre Schwingungen anfangen zu laſſen. Dieſe wurden nicht eher aufgezeichnet, als bis ſie ſich auf 30 Grad vermindert hatten; alsdann fing die Aufzeichnung an und wurde am Ende jener zehnten Schwingung wiederholt, bis der Bogen ſich bis auf 10 Grad verringert hatte, wo der Verſuch geſchloſſen wurde.

Die ſechs Nadeln, welche in dieſem Apparate gebraucht wurden, waren ſehr von einander verſchieden, ſowohl in Geſchwindigkeit der Schwingungen, als in Dauer des Intervalls zwiſchen der Oscillation von 30° und der von 10°. No. 1, 2, 3 und 5 waren, in Geſtalt einander ähnliche, Stäbe von 7″ Länge

Digitized by Google

0″,25 Breite und 0″,15 Dicke. No. 4 war ein Stab, in der Mitte von denſelben Dimenſionen, nach den Enden hin aber zugeſchärft. No. 6 war cylindriſch, in der Mitte aber glatt, um in den Bügel zu paſſen. Sie alle waren im Sommer 1821 mit kräftigen Magneten magnetiſirt und zu London ſowohl im J. 1823 nach der Rückkehr vom Aequator, als im J. 1824 nach der Zuhauſekunft von der Polarregion unterſucht, wobei es ſich ergab, daſs ſich die Mittelzeit (average time) ihrer Schwingungen durchaus nicht geändert hatte. Bloſs No. 2 hatte, zwiſchen 1821 und 23, aus einer nicht einzuſehenden Urſache ſeinen Gang beträchtlich geändert und wurde daher nicht weiter gebraucht. Die Beobachtungen, welche noch mit dieſer Nadel gemacht und in der folgenden Tafel aufgeführt wurden, ſind bei den nachherigen Folgerungen ausgeſchloſſen worden. Wenn die Nadeln nicht in Gebrauch waren, wurden ſie, wie gewöhnlich, paarweiſe aufbewahrt, No. 1 mit No. 3, No. 2 mit No. 6 und No. 4 mit No. 5 jedesmal in einem beſonderen Käſtchen und mit ihren ungleichnamigen Polen zuſammengelegt. Jede Nadel blieb, nachdem ſie ſich in dem magnetiſchen Meridian geſtellt hatte, zwei bis drei Stunden in demſelben liegen, bevor ihre Schwingungszeit ausgemittelt wurde. Die Zeiten wurden bis auf Bruchtheile einer Sekunde nach den Schlägen eines Chronometers aufgezeichnet.

[Um das Verfahren bei ſeinen Verſuchen auseinander zu ſetzen, giebt Hr. Sabine nun in einer Tafel das Detail der Verſuche, welche von ihm auf St. Thomas mit jenen ſechs Nadeln angeſtellt wurden. Der Raumerſparung wegen iſt dieſe Tafel hier fortgeblieben, indem man ſich leicht auch ohne dieſelbe einen deutli-

Digitized by Google

den Begriff von der Beobachtungsweise machen kann. Sie ist nämlich, wie auch schon vorhin gesagt, einfach die: dass bei der 0ten, 10ten, 20ten u. s. w. bis zur 100ten, und bei einigen Nadeln bis zur 150ten Schwingung, die Zeit des Chronometers aufgezeichnet, und aus den verschiedenen Zwischenzeiten das arithmetische Mittel (Average time) genommen wurde. Dass dieses Verfahren nicht völlig genau ist, sondern streng genommen eine Brechung angewandt werden muss, wie sie Hr. Prof. Hansteen gebraucht (d. Ann. Bd. 3. S. 259) ist bekannt, doch kann der hieraus entspringende Fehler bei den Sabine'schen Beobachtungen unberücksichtigt bleiben, da die grösste Differenz zwischen der ersten und letzten Zwischenzeit noch nicht 3 Sekunden beträgt.]

Die nachstehende Tafel enthält nun, in Sekunden, die mittlere Dauer von 10 horizontalen Schwingungen jener sechs Magnetnadeln, bei einer Elongation, die anfangs 30°, und am Ende des Versuches 10° betrug.

Stationen	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
St. Thomas	116″,65	72,92	117,2	38.45	53,26	44,93
Bahia	. .	73,87	119,5	39,07	54,03	46,07
Ascension	. .	. .	. .	38,75	53.87	. .
Maranham	. .	73,17	. .	. .	52,88	45,04
Sierra Leona	. .	74,08	119,76	38,93	53,56	45,67
Trinidad	116,43	73,75	117,44	38,73	52,96	45,24
St. Mary am Gambia	122,26	. .	. .	39,80	54,566	. .
Porto Praya	125,49	. .	. .	40,70	55.25	. .
Jamaica	114,30	72,31	114,31	37,4	51,90	44,39
Gr. Cayman	116,84	73,16	115,60	. .	. .	44.80
Havannah	117,30	73,41	118,07	38,41	. .	45,27
Teneriffa	. .	84,136	. .	45,60	62,366	53,20
Madeira	. .	. .	141,80	46,20	. .	. .
London 1821	159,00	92,6	165,90	54,00	72,95	61,05
London 1823	161,33	103,6	164,0	53.24	74,37	63,42
London 1824	161,50	. .	163,2	52,40	73,90	62,74
New York	156,09	. .	156,0	50,64	70,55	60,36
Drontheim	180,84	. .	182,67	60,20	. .	70,46
Hammerfest	195,84	. .	196,86	63,43	87.64	75,73
Grönland	220,80	. .	221,42	71,78	. .	84,76
Spitzbergen	229,26	. .	231,81	75,11	10,39?	88,17

Digitized by Google

Um aus diesen Schwingungszeiten das Verhältniss der Intensität des Magnetismus zu finden, hat Hr. Sabine aus denselben die Dauer der Schwingungen abgeleitet, welche jene Stäbe im magnetischen Meridian gemacht haben würden. Bekanntlich geschieht es dadurch, dass man die Zeiten der horizontalen Schwingungen mit der Quadratwurzel aus dem Cosinus der magnetischen Neigung multiplizirt. Nachstehende Tafel enthält die Dauer dieser Schwingungen im magnetischen Meridian für jede der sechs Nadeln.

Stationen	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
St. Thomas	116″,65	72″,92	117″,2	38″,45	53″,26	44″,93
Bahia	. .	73,77	119,3	38,96	53,96	46,0
Ascension	. .	. .	. .	38,67	53,75	. .
Maranham	. .	. .	. .	. .	50,70	43,19
Sierra Leona	. .	68,6	110,9	36,05	49,60	42,29
Trinidad	102,6	64,99	103,5	34,13	46,67	39,87
St. Mary's	106,7	. .	. .	34,74	47,63	. .
Porto Praya	105,1	. .	. .	34,09	46,28	. .
Jamaica	94,46	59,76	94,47	30,91	42,90	36,69
Grand Cayman	94,92	59,44	93,91	. .	. .	36,40
Havannah	92,14	57,57	92,57	30,12	. .	35,50
Teneriffa	. .	59,64	. .	32,32	44,21	37,71
Madeira	. .	. .	96,88	31,56	. .	. .
London 1821	93,0	54,09	96,88	31,54	42,60	36,18
London 1823	94,22	60,78	95,77	31,10	43,43	37,04
London 1824	94,33	. .	95,31	30,60	43,16	36,64
New York	84,40	. .	84,35	27,38	38,15	32,64
Drontheim	92,89	. .	93,84	30,92	. .	36,19
Hammerfest	92,10	. .	92,58	29,83	41,22	35,61
Grönland	91,12	. .	91,35	29,62	. .	34,97
Spitzbergen	89,80	. .	90,80	29,42	42,70	34,54

Die Quadrate der Zahlen in jeder Kolumne der obigen Tafel verhalten sich zu einander, umgekehrt wie das Verhältniss der Intensität des Magnetismus an den respectiven Stationen.

Nach Mittheilung dieser, sich fast über ein Achtel der ganzen Erdoberfläche erstreckenden Beobachtungen, untersucht Hr. Sabine, ob es möglich sey, für

Digitized by Google

dieſelben ein allgemeines Geſetz aufzufinden. Vorläufig bemerkt er, die Meinung, daſs die Intenſität der magnetiſchen Kraft ſich zugleich mit der Inclination verändere, ſey zuerſt von den Verfaſſern der Inſtruktion für La Peyrouse ausgeſprochen worden, was ihnen ſehr zur Ehre gereiche, da ein Mann wie Cavendish im Gegentheil behauptete, der Magnetismus der Erde ſey an allen Punkten derſelben von gleicher Intenſität, und dieſe Autorität noch dazu durch die damaligen Verſuche unterſtützt wurde. Er fügt hinzu, die erſtere Meinung ſey gegenwärtig, nach Bekanntwerdung der Beobachtungen des Hrn. von Humboldt, allgemein worden, der erſte Verſuch aber, eine Relation zwiſchen der Intenſität und Inclination aufzuſtellen, habe Hr. Dr. Thomas Young im J. 1820 in den aſtronomiſchen und nautiſchen Sammlungen des Journals of the Royal Institution bekannt gemacht. Dieſem Geſetze zufolge ſollen, wenn T', T'', T''' u. ſ. w. die Dauer der Schwingungen einer Nadel im magnetiſchen Meridian bezeichnen, für Orte, wo die Sinus der Neigung reſpective durch S', S'', S''' ausgedruckt ſind, die Gröſsen

$$\frac{2T'^2}{\sqrt{4-3S'^2}},\quad \frac{2T''^2}{\sqrt{4-3S''^2}},\quad \frac{2T'''^2}{\sqrt{4-3S'''^2}}$$

allemal einander gleich ſeyn, alſo auch gleich T^2, wenn damit das Quadrat der Zeit von Schwingungen im magnetiſchen Meridiane desjenigen Ortes bezeichnet wird, wo die Inclination Null iſt. So wie indeſs dieſes Geſetz unter andern auf die Annahme gegründet iſt, daſs ſich die Neigung, entweder genau oder mit hinlänglicher Approximation, gemäſs der Biot-

Digitized by Google

ſchen Hypotheſe, verändere, und dieſe Hypotheſe weit entfernt iſt, überall mit der Erfahrung übereinzuſtimmen; ſo, bemerkt Hr. Sabine, ſtimmen auch die nach jener Formel berechneten Intenſitäten keineswegs mit ſeinen Beobachtungen überein. Um dieſes auf dem kürzeſten Wege zu erweiſen, berechnet Hr. Sabine aus den an jeder Station gemachten Neigungsbeobachtungen und aus den mit der Browne'ſchen Nadel gefundenen Zeiten der Schwingungen im magnetiſchen Meridian daſelbſt, diejenige Schwingungszeit, welche nach der genannten Formel für die Neigung = o Statt haben müſste. Da ſich hiedurch für die Schwingungszeit unter dem magnetiſchen Aequator verſchiedene Werthe ergeben, ſo nimmt Hr. S. aus allen das Mittel, und gebraucht daſſelbe, um mittelſt der Formel und den beobachteten Neigungen, die Schwingungszeit an den einzelnen Stationen wiederum abzuleiten. Die Quadrate der auf dieſe Art beſtimmten Schwingungszeiten, welche ſich umgekehrt wie die relativen Intenſitäten verhalten, ſind in der folgenden Tafel mit den unmittelbar aus den Beobachtungen hervorgehenden Intenſitätsverhältniſſen zuſammengeſtellt; beide Reihen auf jenes arithmetiſche Mittel als Einheit bezogen, um einen direkten Vergleich anſtellen zu können.

Digitized by Google

Stationen	magnetiſche Neigung	Intenſitätsverhältniſs berechnet	Intenſitätsverhältniſs beobachtet	Differenz zwiſchen Rechnung und Beobachtung
Neigung = o	0° 0′	T^2 = 1	$61^2 3$ 1	
St. Thomas	0 4	1	0,99	+ 0,01
Maranham	23 6	1,06	1,09	− 0,03
Sierra Leona	30 57	1,12	1,12	− 0,00
Trinidad	39 3	1,19	1,33	− 0,14
Jamaica	46 55	1,29	1,52	− 0,23
Cayman	48 42	1,32	1,53	− 0,21
Havannah	52 3	1,37	1,62	− 0,25
London	70 3,5	1,72	1,54	+ 0,18
New York	73 0	1,79	1,88	− 0,09
Drontheim	74 42	1,82	1,52	+ 0,30
Hammerfest	77 13	1,87	1,57	+ 0,30
Grönland	80 12	1,92	1,62	+ 0,30
Spitzbergen	81 10,5	1,93	1,66	+ 0,27

Die Differenzen zwiſchen den beobachteten und berechneten Intenſitätsverhältniſſen, welche dieſe Tafel zeigt, „bemerkt Hr. S.“, ſind gröſser, als daſs ſie den wahrſcheinlichen Beobachtungsfehlern zugeſchrieben werden können. Das Deficit in der Berechnung bei allen weſtindiſchen Stationen ſowohl, wie der Ueberſchuſs derſelben bei den nördlichen Stationen, iſt z. B. ſo groſs und ſyſtematiſch, daſs dadurch völlig die vorausgeſetzte Relation zwiſchen der Intenſität und Inclination widerlegt wird, ſo wie überhaupt eine jede andere Relation, die man über die correſpondirende Veränderung dieſer beiden Erſcheinungen aufſtellen möchte.

Hr. Sabine unterſucht nun, ob aus der Annahme von zwei magnetiſchen Polen, die einander und dem

Digitized by Google

Mittelpunkt der Erde unendlich nahe liegen und auf alle Punkte an der Erdoberfläche im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen wirken, ein Geſetz für die magnetiſche Intenſität hervorgehe, welches mit den Beobachtungen übereinſtimme. An einer ſolchen magnetiſchen Kugel würde die Intenſität, in dem gröſsten Kreiſe, der den magnetiſchen Aequator darſtellt, ein Minimum ſeyn; an jedem Pole dieſes Kreiſes hingegen würde ein Maximum derſelben liegen. Wenn man alsdann einem ähnlichen Beweisgange folgt, wie er von den Mathematikern in Bezug auf die vorausgeſetzten Veränderungen der Neigung angenommen worden iſt, ſo findet ſich „bemerkt Hr. S.“ daſs die Kraft an dem Aequator ſich zu der an den Polen verhalte, wie 1 zu 2, und, in allen zwiſchenliegenden Punkten wie $\sqrt{1+3\cos^2 i}$, worunter i der Abſtand dieſer Punkte im Bogen gröſster Kreiſe (itinerary distance) von einem der beiden magnetiſchen Pole zu verſtehen iſt. Um dieſes auf die Erdkugel anzuwenden, muſs man zunächſt den magnetiſchen Aequator beſtimmen d. h. diejenigen Punkte aufſuchen und mit einander verbinden, an denen die Intenſität in Bezug auf alle übrigen Punkte ein Minimum iſt. Leichter geſchieht dieſs indeſs dadurch, daſs man die Lage der Maxima der Intenſität oder die Lage der magnetiſchen Pole beſtimmt. Zu dieſem Ende unterſucht Hr. S. die Beobachtungen, welche auf den Reiſen von 1818, 1819 und 20 angeſtellt wurden, und findet, daſs das Maximum der Intenſität in der nördlichen Hemiſphäre, genau oder ſehr nahe unter 60° nördlicher Breite und 80° weſtl. Länge (offenbar von Greenwich. *P.*) liegen müſſe. Das ſo beſtimmte Maximum iſt bei der

Digitized by Google

ferneren Prüfung der Hypothese zum Grunde gelegt. Hr. Sabine berechnet nun zunächst für alle früher genannte Beobachtungsorte den Abstand (itinerary distance) derselben von jenem Maximum und alsdann die Gröfse $\sqrt{1+3\cos^2 i}$, welche der Voraussetzung nach direct den verschiedenen Intensitäten proportional seyn soll. Mit diesen berechneten Intensitäten sind die aus der Beobachtung abgeleiteten zusammengestellt. Da indefs an den magnetischem Aequator selbst keine Beobachtungen gemacht waren, und die demselben correspondirende Intensität den übrigen als Einheit zum Grunde gelegt werden mufste, so wurde jene zuvor durch ein ähnliches Verfahren wie vorhin bestimmt. Es wurden nämlich für die an verschiedenen Orten mit einer und derselben Nadel gemachten Beobachtungen, die Gröfsen $T'^2\sqrt{1+3\cos^2 i'}$, $T''^2\sqrt{1+3\cos^2 i''}$, $T'''^2\sqrt{1+3\cos^2 i'''}$, u. s. w. berechnet, als die ihnen correspondirende Intensität am magnetischen Aequator betrachtet, und auf das Mittel aus ihnen allen, die ganze Reihe der beobachteten Intensitäten bezogen. (T', T'', T''' sind wie vorhin die beobachteten Schwingungszeiten, deren Quadrate sich umgekehrt verhalten wie die Intensitäten. *P.*) Eine solche Berechnung hat Hr. S. so wohl über die Schwingungen der Inclinationsnadel, als auch über die auf den magnetischen Meridian zurückgeführten Schwingungen der 6 horizontalen Nadeln, angestellt, und die so aus der Beobachtung gefundenen Intensitätsverhältnisse zugleich mit dem arithmetischen Mitteln aus ihnen, neben den hypothetischen Intensitätsverhältnissen in der nachstehenden Tafel zusammengestellt. Zur Raumersparung ist hier von den aus der Beobachtung

abgeleiteten Intenſitätsverhältniſſen nur das Mittel beibehalten worden.

	Geographiſche Länge	Breite	Berechn. Abſtand v. nördl. Maxim. d. Intenſität	Intenſitätsverh. Mittel aus den beobachtet.	Berechn.	Differenz zwiſchen Beobach. und Berechnung
Magnetiſcher Aequator				1		
St. Thomas	0°,5 N	6°,75 O	87° 58′	1,045	1,005	+ 0,04
Ascension	8°, S	14,5 W	85 8	1,02	1,01	+ 0,01
Bahia	13° -	38,5 -	80 16	1,02	1,04	− 0,02
Sierra Leona	8°,5N	13,5 -	71 2	1,19	1,15	+ 0,04
Maranham	2°,5 S	44,0 -	68 31	1,16	1,18	− 0,02
Gambia	13,5 N	16,75 -	65 7	1,28	1,24	+ 0,04
Porto Praya	15 -	23,5 -	60 48	1,33	1,31	+ 0,02
Teneriffa	28,5 -	16,25 -	52 36	1,49	1,45	+ 0,04
Trinidad	10,5 -	61,5 -	51 23	1,39	1,47	− 0,08
Madeira	32,5 -	17 -	48 52	1,55	1,52	+ 0,03
London	51,5 -	. .	42 57	1,62	1,62	0,00
Jamaica	18 -	77 -	42 3	1,62	1,63	− 0,01
Cayman	19,25 -	81,5 -	40 43	1,63	1,65	− 0,02
Drontheim	63,5 -	10 O	39 14	1,64	1,67	− 0,03
Hammerfest	70,5 -	24 -	39 1	1,69	1,68	+ 0,01
Havannah	23 -	82,5 W	36 53	1,72	1,71	+ 0,01
Spitzbergen	80 -	11,5 O	31 46	1,78	1,78	0,00
Grönland	74,5 -	19 W	26 9	1,75	1,85	− 0,10
Neu-York	40,5 -	74 -	19 40	1,99	1,91	+ 0,08

Die nachſtehende Tafel enthält eine ähnliche Berechnung über die von Hrn. Sabine auf ſeinen beiden früheren Reiſen gemachten Beobachtungen. Die Kolumne, worin im Original die Dauer von 10 Schwingungen aufgeführt wird, iſt hier weggelaſſen, da man dieſe Angaben aus den vorhin gegebenen Tafeln entnehmen kann. Die mit * bezeichneten Beobachtungen wurden auf dem Eiſe gemacht und die mit ** bezeichnete auf einem Eisberge von auſserordentlicher Gröſse.

Digitized by Google

	nördl. Breite	westl. Länge	Berechn. Abstand v. nördl. Max. d. Intensit.	Intensitätsverh Beobachtet.	Berechn.	Differenz zwischen Beob. und Berechn.
Mag. Aequat. 1818			90° 0′		1	
London	51° 31	0° 8′	42° 57	1,62	1,62	0,00
Shetland	60 9	1 12′	37 1	1,70	1,70	0,00
Davisstrafse	68 22	54 0	13 53	1,94*	1,95	— 0,01
Hafen Insel	70 26	55 0	14 36	1,94	1,95	— 0,01
Davisstrafse	70 35	67 0	11 50	1,98**	1,97	+ 0,01
Baffins-Bay	75 5	60 30	16 17	1,90*	1,94	— 0,04
Baffins-Bay	75 51	63 0	16 56	1,92*	1,94	— 0,02
Baffins-Bay	76 8	78 21	16 8	1,98*	1,94	+ 0,04
Baffins-Bay	76 45	76 0	16 49	1,99*	1,94	+ 0,05
1819 — 1820						
London	51 31	0 8′	42 57	1,63	1,62	0,01
Davisstrafse	64 0	61 50	9 22	1,98*	1,98	0,00
Poffesfion-Bay	73 31	77 22	14 20	1,95	1,96	— 0,01
Regents Bucht	72 45	89 41	13 17	1,96	1,96	0,00
B. Martin's Inf.	75 10	103 44	17 22	1 93	1,93	0,00
Melville's Inf.	74 27	111 42	18 30	1,92	1,92	0,00
Winterhafen	74 47	110 48	18 30	1,90	1,92	— 0,02

Wenn man die Differenzen zwischen der Rechnung und Beobachtung in der letzten Kolumne der beiden vorhergehenden Tafeln betrachtet, und erwägt, wie viele Fehler hier möglich sind, so kann „sagt Hr. S.“ die Uebereinstimmung dieser Beobachtungen mit dem für sie aufgestellten allgemeinen Gesetze nicht anders als überraschend seyn. Am grösten sind die Differenzen zu Trinidad, Grönland und Neu-York, und zwar liegt bei den beiden ersten Stationen der Ueberschuss auf Seite der Rechnung, bei der letzten aber auf Seite der Beobachtung. Hr. S. bemerkt in Bezug auf *Trinidad*, dass hier partielle und zufällige Attractionen gewirkt haben müssen, weil die zu beiden Seiten anliegenden Stationen Maranham und Jamaica keine solche Abweichungen zeigen, und weil es vor allem zu Trinidad die horizontalen Nadeln seyen

deren Schwingungen sich abweichend verhalten; auf diese könne auch eine locale Attraction mehr wie auf die Neigungsnadel Einfluss haben; da sie nur durch einen Theil der regelmäßigen Wirkung des Erdmagnetismus afficirt werden. In Grönland und Neu-York lagen zwar die Standorte entfernt von allen Gebäuden und entsprachen in sofern ihrem Zweck vollkommen; allein in *Grönland* war der Boden ganz mit Eisen imprägnirt, und in *Neu-York* war das Wetter zur Zeit der Beobachtung *aufserordentlich kalt* und es fiel Schnee, so dafs die Neigungs-Beobachtung mit der Mayer'schen Nadel nicht wiederholt werden konnte wie an andern Orten; deshalb ist auch die Intensitätsbestimmung mittelst der horizontalen Nadeln nicht ganz zuverlässig, und es kann nur die mit der Neigungsnadel gemachte berücksichtigt werden (das mit der Neigungsnadel gefundene Intensitätsverhältnifs beträgt 1,96, das Mittel aus den mit den horizontalen Nadeln gefundenen : 2,03.).

Von den Beobachtungen im J. 1818, in der zweiten Tafel, bemerkt Hr. S., stimmen die 1te, 2te und 4te, welche auf dem Lande gemacht wurden, vollkommen mit der Theorie, eben so die 5te, die auf einem Eisberge von aufserordentlicher Gröfse angestellt ward, auf welchem Hr. S. den gröfsten Theil des Tages verweilte, während das Schiff in Entfernung unter Segel war. Die übrigen Beobachtungen auf dem Eise wurden gelegentlich gemacht, wenn das Schiff durch Wind und Wetter in seinem Laufe gehindert war; sie können, nach Hrn. S. gelitten haben theils durch die Nähe des am Eise ankernden Schiffes, theils durch die Schwankungen in die das Eis durch den Stofs der Wel-

Digitized by Google

len verfetzt wurde, theils aber auch, wenn es ein Eisfeld war, auf welchem man beobachtete, durch die drehende Bewegung des Ganzen, die nur am Ende der Beobachtung zu bemerken war, und oft mehrere Grade im Azimuthe betrug. Die Beobachtungen im J. 1819 und 20 find unter viel günftigeren Umftänden angeftellt, und ftimmen daher auch beffer mit der Rechnung.

Bei einem Rückblick auf die hier mitgetheilten Verfuche, fcheint es demnach „fagt Hr. S." dafs, wenn die Erde als eine magnetifche Kugel betrachtet wird, verfehen mit Polen, die denen in einer Eifenkugel durch Vertheilung erzeugten analog find; ferner angenommen wird, dafs der Pol der nördlichen Hemifphäre um Jahr 1822 in 60° nördl. Breite und 80° (oder genauer 78°) weftl. Länge gelegen habe, und dafs die Kraft von dem Aequator ab, nach diefem Pole hin, in dem Verhältnifs: $\sqrt{1+3\cos^2 i}$ zunehme, — alsdann die Intenfitätsverhältniffe, welche an drei und dreifsig über ein Viertel der Oberfläche einer Halbkugel vertheilten Stationen wirklich beobachtet wurden, fo genau mit jenem Gefetze übereinftimmen, dafs man die Abweichungen vernünftiger Weife nur den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zufchreiben könne.

Um diefes noch mehr zu erläutern, hat Hr. S., in Bezug auf den unter 60° nördl. Breite und 80° weftl. Länge (Greenwich) liegend angenommenen Magnetpol, eine genaue Polarprojection der Länder in der nördlichen Hemifphäre entworfen, und darauf in zweckmäfsigen Intervallen die Linien von gleicher Intenfität des Magnetismus eingetragen; Linien, welche nach der vorausgefetzten Hypothefe Parallelkreife find, und, wie man aus dem Vorhergehenden gefehen hat,

Digitized by Google

ſich auch als ſolche aus den Beobachtungen des Hrn. S. ergeben. Fig. 13 Taf. III. giebt in verkleinertem Maaſsſtabe die Karte des Originales wieder, und wird ohne weitere Beſchreibung verſtändlich ſeyn; ſie enthält zugleich alle Beobachtungsſtationen.

Das hier Mitgetheilte ſchlieſst meines Erachtens das Weſentliche dieſer Unterſuchung ein. Was nun folgt, enthält den Wunſch, die hier angenommene Hypotheſe durch Intenſitätsbeſtimmungen auf der ſüdl. Halbkugel der Erde geprüpft zu ſehen; die Vermuthung, daſs eine periodiſche Veränderung in der Intenſität vorhanden ſey (die ſchon durch die Beobachtungen des Hrn. Prof. Hanſteen, wenn auch nicht völlig erwieſen, doch wenigſtens ſehr wahrſcheinlich gemacht worden iſt) und daſs die Urſachen derſelben, entweder in einer Ortsveränderung der Magnetpole, oder in einem Wechſel der abſoluten Kraft des Erdmagnetismus begründet ſeyen; endlich eine Nachweiſung über mehrere Fehler in den vom Dr. Young im Journal of Sc. Vol. IX. p. 375 mitgetheilten Tafeln, und die wiederholte Bemerkung, daſs die Gröſse der horizontalen Kraft nicht bloſs durch eine Funktion der Neigung allein ausgedrückt werden könne, wie es von jenem verſucht worden iſt. Zuletzt ſchlieſst Hr. S. mit der Bemerkung, es ſey für die Schiffahrt ein glücklicher Umſtand, daſs die Gröſse der Neigung nicht immer mit der Intenſität der magnetiſchen Kraft parallel laufe, und daſs ſich die ſtärkſten Neigungen in beiden Hemiſphären auf Gegenden beſchränken, welche man wegen anderer natürlicher Hinderniſſe ſelten befahre. Wenn z. B. in Weſtindien, auf dem gewöhnlichen Rückwege von da, längs dem Laufe des Golph-

Digitized by Google

ſtroms, und überhaupt an den Küſten der vereinigten Staaten und der Brittiſchen Beſitzungen in Nord-Amerika, die Neigung der Intenſität entſpräche, ſo würden die daraus hervorgehenden Unregelmäſsigkeiten in der Richtung der Kompaſsnadel, ſehr beſchwerlich fallen, während ſie jetzt bei der Schifffahrt in einer ſo ausgedehnten, und ſo ſtark beſuchten Gegend des Oceans in praktiſcher Hinſicht nur von ſehr geringem Belange ſind.

Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der horizontalen Magnetnadel zu Hammerfeſt und Spitzbergen.

Die wenigen Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der Magnetnadel, welche Zeit und Gelegenheit zu machen erlaubten, ſind hier in der Hoffnung mitgetheilt, daſs ſie wegen der Lage der Beobachtungsorte, und wie Hr. S. hinzufügt, wegen der Sorgfalt, welche auf ſie verwandt wurde, denjenigen Perſonen einen Dienſt erweiſen werden, die ſich mit Erforſchung der Natur und Urſache dieſes Phänomens beſchäftigen.

Die Beobachtungen wurden mit einem ſehr vollſtändigen und trefflichem Apparate gemacht, der von Dollond gearbeitet iſt, und Hrn. Browne gehört. Die Magnetnadel hängt darin an einem Seidenfaden von mehreren Zollen Länge; derſelbe geht über eine Rolle und iſt am andern Ende mit Gewichten verſehen, um entweder das ganze Gewicht der Nadel oder einen Theil deſſelben zu contrebalanciren, ſo daſs die Nadel von dem Stifte, auf welchem ſie ſonſt ruht, entweder gar nicht oder nur zum Theil getragen wird. Der graduirte Kreis hält 7 Zoll im Durchmeſſer, und ſeine unmittelbare Theilung

Digitized by Google

geht bis zu 10 Minuten. Durch Mikrometerfäden im Gesichtsfelde zweier zusammengesetzten Mikroskope, von denen eines am Nordende der Nadel, das andere am Südende derselben befestigt ist, können jene bis zu einzelnen Sekunden getheilt werden. Die nöthigen Ajustirungen bestehen darin, dafs der Kreis horizontal liege, dafs der Faden, wenn er die Nadel trägt, frei von Tension sey, und dafs die Mikrometerfäden, wenn sie auf Null stehen, mit der nächsten Hauptabtheilung zusammenfallen. Der ganze Apparat erfordert eine isolirte und sehr feste Aufstellung, so wie grofse Vorsicht, wenn man sich ihm nähert und die Schrauben berührt. Durch ein rundes Zelt von Leinewand, an welchem die Holzarbeit mit Kupfer beschlagen war, wurde der Apparat vor dem Wetter geschützt, und für das Zelt waren solche Orte ausgesucht, dafs die Nadel nicht durch zufällige Besucher gestört werden konnte. Es wurden beide Enden der Nadel beobachtet, doch nur die Bewegungen des Nordendes aufgezeichnet, da die des Südendes mit denselben correspondirten, indem das Gegenwicht geringer war als das Gewicht der Nadel. Die Hauptabtheilung, mit welcher das Mikrometer coïncidirte, wenn dasselbe auf Null stand, lag im Westen des Nordendes der Nadel, sowohl zu Hammerfest als zu Spitzbergen; die gröfseren Zahlen des Tagebuchs bezeichnen also eine Oscillation nach Osten, und die kleineren Zahlen eine Oscillation nach Westen. Die folgenden Tafeln enthalten die Beobachtungen.

Digitized by Google

I. Tägliche Oscillation der horizontalen Magnetnadel zu Hammerfeſt, im Juni 1823. Nördl. Breite = 70° 40'.
Inclination = 77° 13' N. Declination = 11° 26' W.

Stunde	Juni 12	Juni 13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Mittlere Stelle der Nadel	Abweichung d. Nordendes der Nadel, von ſeiner mittleren Stelle
6 M.	. .	. .	. .	. .	. .	12′ 0″	. .	10 30″	12′ 10″	12′ 10″	10′ 0	11′ 11	2′ 14″ öſtl.
7½ -	. .	. .	. .	. .	. .	12 0	. .	. .	. .	. .	10 30	11 15	2 18
9 -	. .	. .	. .	. .	13 50	12 0	. .	. .	10 55	11 20	10 0	11 37	2 41
10½ -	. .	12′ 25″	12 0	12 0	11 25	10 40	. .	9 10	9 15	11 0	. .	10 59	2 2
Mittag	. .	3 0	4 45	9 30	8 50	5 0	9′ 15″	5 23	6 43	6 16	5 8	6 23	2 34 weſtl.
1½ A.	. .	3 20	. .	8 40	8 20	7 40	. .	2 50	6 43	5 45	. .	6 11	2 46
3 -	. .	5 0	4 45	8 0	8 20	7 45	5 30	3 40	6 43	6 14	. .	6 15	2 42
4½ -	. .	6 30	4 0	7 30	8 50	7 0	6 30	5 25	6 43	6 30	. .	6 34	2 23
6 -	. .	8 10	4 40	8 20	7 0	8 25	8 20	8 15	7 34	6 40	. .	7 30	1 27
7½ -	8′ 20″	7 0	5 0	9 10	6 30	8 25	7 30	8 40	7 34	6 40	. .	7 29	1 28
9 -	8′ 20″	5 0	5 40	8 20	8 0	8 25	7 30	8 40	7 34	6 40	. .	7 25	1 52
10½ -	. .	9 30	8 30	8 20	8 0	. .	8 30	9 0	8 40	6 40	. .	8 24	0 33
Mittnacht.	12 45	12 20	21 30*)	8 40	8 0	. .	9 40	9 30	8 40	6 40	. .	9 32	0 35 öſtl.
1½ M.	. .	12 0	. .	. .	10 30	. .	9 40	10 7	8 40	. .	. .	10 11	1 14
3 -	. .	12 0	. .	10 50	10 30	. .	. .	. .	. .	. .	. .	11 7	2 10
4½ -	. .	12 10	. .	. .	11 0	. .	. .	12 0	11 0	9 25	. .	11 5	2 8
								Mittlere Stelle der Nadel				8′ 57″	

*) Dieſe unregelmäſsige Ablenkung der Nadel, von mehr als 12 Minuten nach Oſten, bemerkt Hr. S., muſs durch irgend eine Urſache in der Natur entſtanden ſeyn. Keiner hatte ſich ſeit der vorhergehenden Beobachtung der Nadel genähert, und ſie befand ſich in völliger Ruhe, als Hr. S. mit der gewöhnlichen Vorſicht die Beobachtung machte. Am folgenden Morgen um 10½ Uhr befand ſich die Nadel in ihrer gewöhnlichen Lage. Dieſe Beobachtung, die einzige unregelmäſsige während der zehn Tage, iſt zu dem Mittel nicht benutzt.

II. Tägliche Oscillationen der horizontalen Magnetnadel zu Spitzbergen, im Juli 1823. Nördl. Breite = 79° 50′. Inclination = 80° 10′ N. Declination = 25° 12 W.

Stunde	Juli 4	5	6	7	8 *)	9	10	11	Mittlere Stelle der Nadel	Abweichung d. Nordendes der Nadel von seiner mittleren Stelle.
6 M.	. .	10′ 34″	10′ 20″	. .	10′ 15″	. .	. .	. .	10′ 28	2′ 42″ östl.
7½ -	. .	10 0	10 20	. .	10 18	. .	. .	. .	10 13	2 32 -
9 -	. .	9 30	8 56	. .	9 30	. .	. .	9 0	9 14	1 33 -
10½ -	. .	8 30	7 40	8 8	8 30	7 28	. .	. .	8 3	0 22 -
Mittag	. .	7 30	6 0	7 35	. .	. .	8 0	7 58	7 25	0 16 westl.
1½ -	. .	4 44	6 0	. .	6 25	6 30	5 48	. .	5 53	1 48 -
3 -	. .	4 35	6 26	6 30	. .	5 44	5 12	. .	5 41	2 0 -
4½ -	. .	3 35	5 30	6 30	5 53	. .	5 8	5 42	5 23	2 18 -
6 -	. .	5 8	5 7	5 43	5 53	4 54	4 53	5 31	5 18	2 23 -
7½ -	. .	4 13	5 7	3 40	6 12	. .	5 27	. .	4 56	2 45 -
9 -	. .	4 13	. .	4 35	6 50	. .	5 44	. .	5 20	2 21 -
10½ -	. .	6 30	6 33	6 30	7 20	6 14	6 20	6 52	6 37	1 4 -
Mittnacht.	7′ 37″	7 20	8 50	8 0	. .	. .	8 0	. .	7 57	0 16 östl.
1½ -	8 50	8 45	9 34	. .	. .	. .	. .	. .	9 3	1 22 -
3 -	11 36	11 37	10 46	. .	10 37	10 30	10 15	9 14	10 40	1 59 -
4½ -	11 50	10 50	11 30	10 15	9 81	12 0	. .	10 20	10 54	2 13 -
						Mittlerer Ort der Nadel			7′ 41″	

*) Um 7 Uhr Morgens eine Sonnenfinsterniss.

Zuſatz Es kann der Aufmerkſamkeit des Leſers gewiſs nicht entgangen ſeyn, daſs Hr. Sabine ſich in einigen Stücken merklich von dem entfernt, was wir bisher über den Erdmagnetismus zu wiſſen glauben. Denn abgeſehen davon, daſs Hr. S. nur zwei Magnetpole auf der Erde annimmt, giebt derſelbe auch dem nordamerikaniſchen Pol eine Lage, die von der durch Hrn. Prof. Hanſteen (Ann. IV. 277) beſtimmten ſehr beträchtlich abweicht und überdieſs betrachtet er den magnetiſchen Aequator, von dem wir wiſſen, daſs er eine ſehr unregelmäſsige, den geographiſchen Aequator viermal durchſchneidende Linie darſtellt, nur als einen gröſsten Kreis der Erdkugel. Dieſe Abweichung erklärt ſich zum Theil dadurch, wenn man, was nicht unwichtig iſt, bemerkt, daſs Hr. S. unter magnetiſchem Pol und Aequator etwas ganz anderes verſteht, wie ſonſt die Phyſiker. Hr. S. bezieht nämlich beide auf die *Intenſität* der Kraft und begreift daher unter Pol einen Punkt an der Erdoberfläche, wo jene ein Maximum, und unter Aequator eine Linie daſelbſt, wo jene ein Minimum iſt. Da es nun keinesweges durch die bisherigen Beobachtungen erwieſen iſt, daſs das Maximum der Intenſität mit einer ſenkrechten, und das Minimum derſelben mit einer horizontalen Richtung der magnetiſchen Kraft zuſammenfällt, ſo iſt es auch glaublich, daſs die Reſultate des Hrn. S. zum Theil aus dieſem Grunde von den früheren Beſtimmungen abweichen. Ob übrigens der Intenſitätsäquator wirklich von dem Inclinationsäquator verſchieden iſt, und ob der erſtere einen gröſsten Kreis darſtellt, auf dem, wie Hr. S. ſtillſchweigend vorauszuſetzen ſcheint, die Intenſität überall eine gleiche Gröſse habe, das kann wohl nur durch eine ausgedehntere Reihe von Beobachtungen entſchieden werden. Die hier mitgetheilten Intenſitätsbeobachtungen, da ſie von einem ſo ausgezeichneten Beobachter, wie Hrn. Sabine, herrühren, behalten gewiſs immer ihren Werth; aber verſchwiegen darf es wohl nicht werden, daſs die obigen Reſultate, ſo wie die ähnlichen aller früheren Unterſuchungen eine bedeutende Unſicherheit einſchlieſsen, dadurch, daſs vernachläſsigt wurde, auf die Temperatur der ſchwingenden Magnetnadel Rückſicht zu nehmen. Der Einfluſs geringer Temperaturänderungen auf die Wirkſamkeit einer Magnetnadel iſt nicht neu. Schon Hr. B. Saussure und Coulomb kannten denſelben, und namentlich fand der erſtere

Digitized by Google

mittelſt ſeines Magnetometers, daſs ein Magnetſtab an Kraft verliert, wenn die Temperatur ſteigt, ſo wie, daſs er an jener *gewinnt*, wenn dieſe *abnimmt*, und daſs ſchon ein Temperaturunterſchied von einem halben Grad der Reaumur'ſchen Scale auf dieſe Art bemerklich gemacht wird (Gehlers Wörtb. V. 615). Dieſe Beobachtungen ſind ſpäterhin nicht beachtet worden; vor Kurzem aber haben die Hrn. Chriſtie und Kupffer (erſterer in den Phil. Transact. für 1825 pt. II., letzterer in den Ann. de Chem. et Phys. XXX. 113 und Kaſtner's Arch. VI. 185) durch gleichzeitige Verſuche abermals gezeigt, daſs die Dauer der Schwingungen einer Magnetnadel ſehr beträchtlich durch Temperaturverſchiedenheiten modificirt wird und wahrſcheinlich nur periodiſch, wenn die Wärmeänderungen gering ſind. Für Unterſuchungen über die Intenſität des Erdmagnetismus geht daraus die Nothwendigkeit hervor, daſs man bei den Beobachtungen genau die Temperatur der Magnetnadel aufzeichne, und ſie auf eine Normaltemperatur reducire, mittelſt einer Correctionstafel, die man am Beſten für jede Nadel beſonders, nach deren Schwingungen bei den in Luft vorkommenden Temperaturen entworfen hat. Prof. Hanſteen, dem die Veränderlichkeit in der Dauer der Schwingungen einer Magnetnadel nicht entgangen war, aber glaubte, die Urſache dazu bloſs in der wechſelnden Intenſität des Erdmagnetismus ſuchen zu müſſen, hat ſich einer Correction nach Tages- und Jahreszeit bedient, durch welche auch die Reſultate gewiſs bei weitem genauer geworden ſind, als ſie ohne dieſelbe geblieben ſeyn würden. Es iſt aber leicht zu erachten, daſs dieſe Correction, zufolge der neueren Erfahrungen, nicht ganz ausreicht, und daſs über alle mit der Intenſität des Erdmagnetismus zuſammenhängenden Erſcheinungen nur erſt dann mit Sicherheit entſchieden werden kann, wenn die Reſultate der Beobachtung von dem Einfluſs der Wärme befreit anzunehmen ſind. (*P.*)

Digitized by Google

XV.

Ueber die Wirkung gewiſſer ätheriſcher Oele auf die Löſung des Phosphors in fetten Oelen;

von

A. Walcker.

Das Leuchten der Auflöſung des Phosphors in fetten Oelen (Mohnöl wandte ich an) wird durch Hinzufügung gewiſſer Oele augenblicklich zerſtört, ſelbſt wenn dieſe nur $\frac{1}{30}$ und ſogar nur $\frac{1}{50}$ der Phosphorauflöſung betragen. Dieſe Oele ſind: das rectificirte Terpentin- und Bernſteinöl, das Rosmarin-, Bergamott- und Citronenöl (Ol. de Cedro), das Camillenöl der Pharmacop. boruss. (dem bekanntlich etwas Citronenöl hinzugefügt iſt), das Oel der Angelikenwurzel, der Wachholderbeeren, des Peterſilienſamens und der Muscatnuſs, ſo wie das Oel, welches bei trockner Deſtillation der Braunkohle und nachheriger Rectification des Deſtillates gewonnen wird. Vom Anis-, Cajeput-, Lavendel-, Rauten-, Saſſafras-, Rainfarren-, Cascarillen-, Pfeffermünz-, Pomeranzenblüth-, Fenchel-, Baldrian-, Sadebaum- und Kirſchlorbeeröl, ſo wie vom Copaivaebalſam, dem Oel der bittern Mandeln und dem aus der Rinde des Prunus padus, muſs man der Phosphorauflöſung $\frac{1}{4}$ und ſelbſt noch mehr hinzufügen, um das Leuchten derſelben zu zerſtören. Das Nelkenöl, das Zimmtcaſſienöl, das rectificirte Steinöl, der peruvianiſche Balſam und der Kampher heben das Leuchten der Phosphorlöſung

Digitized by Google

nicht auf, sondern schwächen es nur in dem Grade, als sie die Lösung verdünnen. Es ist auffallend, dass selbst rauchende Salpetersäure, tropfenweise bis zu $\frac{1}{8}$ dem Phosphoröle hinzugefügt, das Leuchten desselben nicht so plötzlich aufzuheben vermag, wie die genannten Oele. Um das Leuchten des Phosphoröls am deutlichsten zu erkennen, muss man dasselbe in einer davon bis etwa zum Viertel erfüllten Flasche umschütteln und durch Oeffnen derselben frische Luft hineinlassen, wenn durch Absorption des Sauerstoffes das Leuchten aufgehört hat. Die vorhin genannten ätherischen Oele waren von bester Qualität und die meisten derselben von mir selbst destillirt.

Bei Wiederholung der von Tuchen (dessen kurze Uebersicht der wichtigsten Reagentien u. s. w. S. 56) angegebenen Versuche über das Verhalten mehrerer ätherischen Oele gegen Jod fand ich, dass Wachholderbeer-, Sadebaum-, Rosmarin-, Lavendel-, Citronen- (de Cedro) und rectificirtes Terpentinöl sich mit Jod unter explosiver Verflüchtigung desselben erhitzten, während dies beim Zimmet-, Nelken- und Sassafrasöl nicht der Fall war.

Noch stehe hier die Bemerkung, dass Essigsäure, die ätherische Oele aufgelöst enthält, das Silberoxyd und Queckfilberoxyd reducirt, wenn sie mit den salpetersauren Lösungen derselben bis zum Sieden erhitzt wird. Die Reduction erfolgt aber nicht so augenblicklich, wie es bei der Ameisensäure der Fall ist. Es bedarf daher wohl Hrn. Goebel's Angabe, dass der Liquor pyro-tartaricus Ameisensäure enthalte, noch einer weiteren Bestätigung.

Digitized by Google

XVI.

Der Thermometrograph der Sternwarte zu Halle;

von

Observator Dr. Winckler.

Im 8ten Stück des vorigen Jahrganges dieſer Annalen, S. 384, ſagt Hr. Hällström hinſichtlich meiner Luftwärme-Beobachtungen, als er dieſelben bei ſeiner „*Beſtimmung der mittleren Wärme der Luft*“ mit in Rechnung nahm: ad 3, „daſs die Beobachtungen des Maximums nicht immer gebraucht worden ſeyen, weil ſie, zu groſs gegen die übrigen, eine ſolche Abweichung von dem Geſetz der Stetigkeit zeigten, daſs es *ſehr wahrſcheinlich ſey, die Thermometer für das Maximum ſeyen fehlerhaft oder das Local leide etwas von direct auffallendem Sonnenlicht.*“

Wenn ich auch gegen die Benutzung dieſer Beobachtungen nichts einzuwenden habe, ſo wird doch der gelehrte Hr. Verfaſſer jener Abhandlung, in Betreff der ihm ſehr wahrſcheinlichen Fehlerhaftigkeit meiner Beobachtungen, mir erlauben, daſs ich, um dem Publikum und ihm einen richtigen Geſichtspunkt zur Beurtheilung dieſer Wahrſcheinlichkeit zu geben, meinen Thermometrographen, die Aufſtellung deſſelben und die Weiſe, wie er beobachtet wird, gegenwärtig beſchreibe.

Das Inſtrument. In einem 10″ langen und 3″ breiten Rahmen von geſchwärztem Eiſen, deſſen Dicke 2‴,5 im Quadrat beträgt, liegen, in der Mitte, dicht nebenein-

Digitized by Google

ander, zwei Thermometer, das eine mit Queckſilber, das andere mit Weingeiſt gefüllt, ſo, daſs ihre Kugeln von einander abgekehrt ſtehen, oder daſs die Kugel des einen neben der Spitze des andern ſich befindet. Vom Eiſen des Rahmens ſteht jede 1‴,25 ab. Zu jedem Thermometer, das nur an den Enden feſt, daher in ſeiner Länge frei iſt, iſt ſeine Skale, von Glas, ſo eingelegt, daſs ihre Oberfläche, welche die Theilung trägt, zur Vermeidung der Parallaxe, mit der Axe der Röhre in einer Ebene liegt.

Die Theilung ſelbſt iſt mit Diamant eingeſchnitten, ſcharf und nett; die Länge eines Grades des Queckſilber-Thermometers beträgt, bei einem Kugeldurchmeſſer von 5‴,5, nahe 1‴; die des Weingeiſt-Thermometers aber, deſſen Kugel 8‴ Durchmeſſer hat, 2‴,25. (Alle Maaſse, die ich angebe, ſind altfranzöſiſche.)

Zum Queckſilber-Thermometer wurde ein Rohr gebraucht, das bei Prüfung ganz kalibriſch war, und ſeine Grade reichen bis etwas über den Siedepunkt des deſtillirten Waſſers, der im Biot'ſchen Siedegefäſse beſtimmt wurde, als das Barometer gerade auf 28″ ſtand.

Das Weingeiſt-Thermometer wurde nach dieſem Queckſilber-Therm. graduirt, indem beide, letzteres mit ſeiner Skale, in Waſſer geſtellt wurden, was man ſehr langſam erwärmte und eben ſo langſam wieder erkalten lieſs. Von 5 zu 5 Graden wurde der Stand des Weingeiſtes auf der Röhre mit aufgelöſtem Siegellack durch einen feinen Haarpinſel bemerkt, indem bis nahe unter dem bezeichneten Punkt ſtets die beiden thermometriſchen Flüſſigkeiten in Waſſer eingetaucht blie-

Digitized by Google

ben. Zwiſchen beiden, beim Erwärmen und Erkalten, bemerkten Ständen des Weingeiſts wurde das Mittel genommen und dann die zwiſchenliegenden Grade proportional interpolirt.

Es folgt hieraus: daſs dieſe beiden Thermometer möglichſt harmoniren.

In das Queckſilber-Therm. kam dann eine feine, blau angelaufene Stahlnadel, und in das mit Weingeiſt gefüllte, deſſen Röhre weiter iſt, wurde *in* den Weingeiſt ſelbſt ein an der Lampe dünn ausgezogener, hohler Faden blauen Glaſes gebracht, deſſen Endöffnungen mit kleinen Knöpfchen ſich ſchlieſsen.

Ich ſelbſt verfertigte, die Metallarbeiten ausgenommen, den Thermometrographen, und theilte ſeine Skalen auf einer, wie ich glaube, recht guten Theilmaſchine, die mir eigen iſt und die eine proportionale Zwiſchenlegung der Grade, beim Weingeiſt-Therm., genau geſtattet.

Aufſtellung. Die hieſige Sternwarte liegt im botaniſchen Garten auf deſſen höchſter Stelle, und hat eine nach N, W und O ganz freie Ausſicht; nach SO hin iſt ſie durch die Stadt beſchränkt, doch ſieht die Sternwarte meiſt über dieſelbe hinweg und liegt jedenfalls weit genug von ihr ab, als daſs ihre Nähe irgend Einfluſs haben könnte.

Sie hat nach jeder der 4 Kardinalgegenden hin einen Balkon, 6′ lang 3′ breit von Stein, zu denen Glasthüren aus dem Beobachtungsſaale führen. Vor dem nach N hängt, 1 Fuſs vom Fenſter ab, an einem Eiſenſtabe drehbar und mit einer Druckſchraube feſtzu-

Digitized by Google

ſtellen, der Thermometrograph, das freie Thermometer und das Hygrometer, nach Riché'ſcher Bauart, mit 8 Haaren. Das freie Thermometer hat, bei einer Kugel von 4‴,5 Durchmeſſer an einem genau kalibriſchen Rohre, Grade von 2‴,5 Länge, deren jeden ich, um 0°,1 unmittelbar ableſen zu können, in 5tel theilte, wiederum mit Diamant auf ſtarkes Spiegelglas, deſſen Theilungsoberfläche gleichfalls in der Axe der Röhre ſteht. Der Balkon hat 32′ Abſtand vom Boden des Gartens und die Inſtrumente hängen 5′ über ſeiner Oberfläche.

Zwiſchen dem Thermometrograph und der Sonne befindet ſich alſo die ganze Maſſe der Sternwarte mit ſtarken Mauern und 30′ Durchmeſſer des 8ecks, das ſie innen bildet; 20′ liegt ihr Dach höher als der Balkon.

Der N-Seite gegenüber ſind keine Gegenſtände, als in der Ferne Obſtbäume; rechts ſtehen, 20 Schritt von ihr ab, einige Tannen und links ein Kaſtanienbaum, deren Wipfel aber alle, beſonders die der Obſtbäume, das Niveau des Balkons bei weitem nicht erreichen.

Es fällt alſo weder directes Sonnenlicht auf, noch wird daſſelbe etwa reflectirt.

Beobachtung. Morgens 8 Uhr wird der Thermometrograph geſtellt: derſelbe wird ſenkrecht gedreht und ſogleich ſinkt die Stahlnadel auf das Queckſilber, die Glasmarke auf die *innere* Oberfläche des Weingeiſtes. Wiederum horizontal gedreht wird das Inſtrument der Einwirkung der Luftemperatur überlaſſen.

Während die Wärme des Tages das Queckſilber ausdehnt, ſchiebt dieſs die Nadel vor ſich her und

Digitized by Google

läſst ſie liegen, wenn es ſich, indem es kälter wird, wieder zuſammenzieht. Die Kälte der Nacht, oder vielmehr des Morgens, zieht den Weingeiſt zuſammen und deſſen Oberfläche nimmt, wegen der Adhäſion zur Röhrenwand, die Glasmarke mit nach der Kugel hin zurück, und dieſe bleibt, wenn der Weingeiſt wärmer wird und mithin deſſen Oberfläche wieder vorgehet, an ihrer Stelle.

Das Ende der Stahlnadel zeigt das *Maximum* und der Anfang der Glasmarke das *Minimum* der Wärme an, die in den 24 Stunden Statt haben, von früh 8 bis wieder früh 8 Uhr, wo ich *durch das Fenſter* die Grade ableſe, die wie die Enden der Marken gegen den lichten Himmel hin ſehr deutlich ſich zeigen.

Dieſe Ableſungen notire ich ſogleich im Tagebuche und gehe dann auf den Balkon hinaus, um den Thermometrograph von neuem zu ſtellen.

Das Inſtrument iſt zu einfach, um in deſſen Conſtruction Fehler zu vermuthen, es liegt zu klar vor dem Auge, um nicht ſogleich jeden Zufall, der ihm etwa begegnete, beim Vergleich mit dem freien Thermometer, der fleiſsig geſchiehet, zu entdecken, und iſt zu leicht zu behandeln und zu beobachten, um fehlen zu können.

Conſtruction, Aufſtellung und Beobachtung iſt daher wie man ſie nur wünſchen kann, und ich überlaſſe jetzt Herrn Hällström, ohne Weiteres auf ſeine Vermuthung zu entgegnen, etwanige Fehler gegen das Reſultat ſeiner Formel, in dieſer ſelbſt, nicht in meinen Beobachtungen zu ſuchen.

Digitized by Google

Zuviel Arbeit und zuviel Sorgfalt, bemerke ich ſchlieſslich noch, wende ich auf meine Beobachtungen, als daſs ich nicht die Inſtrumente, mit denen ich ſie anſtelle, und die ich glaube beurtheilen zu können, genau geprüft und ganz dem jetzigen Zuſtande der Wiſſenſchaft angepaſst hätte.

Sicher darf ich hoffen, daſs diejenigen Herren Gelehrten, die die hieſige Sternwarte beſuchten und denen ich meine Inſtrumente vorzuzeigen die Ehre hatte, mir dies bezeugen werden.

Digitized by Google

PL.

Taf. 1.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1826, ZWEITES STÜCK.

I.

Ueber die magnetiſche Polariſation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz;

von

Dr. T. J. Seebeck.

(Fortſetzung.)

33. Die *Stärke* der magnetiſchen Polariſation in den zweigliedrigen metalliſchen Ketten, iſt, bei gleicher Vollkommenheit der Verbindung und bei gleicher Temperaturdifferenz, dennoch beträchtlich verſchieden. Die ſtärkſte Polarität erlangen Ketten von *Wismuth* und *Antimon*, nächſtdem manche andere Metalle von den entgegengeſetzten Enden der magnetiſchen Reihe, wie z. B. *Zink* mit *Wismuth*; *Nickel* mit *Antimon*; *Platina* 1. mit *Antimon* u. ſ. w. Ein Metall nahe aus der Mitte der Reihe, z. B. *Kupfer* 2. giebt mit einem *über* oder *unter* ihm ſtehenden Metalle eine Wirkung, die um ſo *ſtärker* iſt, als letzteres mehr dem Ende nahe ſteht und umgekehrt. Ueberhaupt iſt die Wirkung der in der Reihe einander nahe ſtehenden Metalle ſchwach, z. B. die von *Palladium* mit *Platina*; von *Blei* mit *Zinn* u. ſ. w.

Digitized by Google

Hienach könnte man glauben, dafs unfere *magnetiſche Reihe der Metalle* zugleich eine *magnetiſche* Spannungsreihe ſey, in welcher die Metalle ſich nach der Stärke der magnetiſchen Spannung geordnet hätten, und dafs für dieſe Reihe ein ähnliches Geſetz gelte, wie das Geſetz Volta's für die *elektriſche* Spannungsreihe, dem zufolge, unter übrigens gleichen Bedingungen, die magnetiſche Spannung der verbundenen *äuſserſten* beiden Glieder der Reihe gleich wäre der Summe der magnetiſchen Spannungen der mit ihnen und mit einander, der Reihe nach, verbundenen Zwiſchen-Glieder. Der Aufſtellung eines ſolchen Geſetzes widerſprechen aber manche Thatſachen. Es giebt Ketten von zwei einander *nahe* ſtehenden Metallen, die eine *ſtarke* Wirkung haben, und andere von weit auseinander ſtehenden Metallen, deren Wirkung *ſchwach* iſt. So z. B. wirkt *Tellur* mit *Wismuth* und mehreren Metallen *ſchwächer* als *Antimon*, mit *Silber* aber *ſtärker* als mit den meiſten über Silber ſtehenden Metallen. *Antimon* wirkt mit *Kupfer* 2, ja ſelbſt mit *Cadmium* ſtärker als mit *Queckſilber*. *Arſenik* wirkt mit *Gold* 1 ſchwächer als mit *Kupfer* 2 oder mit *Zink*, u. ſ. w.

34. Die magnetiſche Polariſation von Ketten, welche aus mehreren einzelnen Gliedern oder mehreren Gliederpaaren zuſammengeſetzt ſind, wird eben ſowohl durch die Ordnung der Metalle in der magnetiſchen Reihe beſtimmt, als die der zweigliedrigen Ketten. Sind drei Metalle mit einander verbunden, ſo verhalten ſich immer zwei Berührungspunkte in polariſirender Action einander gleich, und dem dritten (worin ſich die äuſseren Metalle berühren) ent-

Digitized by Google

gegengesetzt. Wird z. B. der Berührungspunkt *c* (Fig. 8) allein erwärmt, so weicht die Nadel *ns westlich* ab. Der *n* Pol der Kette liegt also im *Westen*. Werden aber *a* und *b* erwärmt, so ist die Declination *östlich*, und der *n* Pol der Kette liegt in *Osten*. Dieses entspricht vollkommen der magnetischen Polarisation der beiden Metalle *Wismuth* und *Antimon* in den zweigliedrigen Ketten mit *Kupfer*. Denn wenn der Kupferstreifen mit dem *Antimon* bei *c* in unmittelbare Berührung gebracht und *a* erwärmt wäre, oder wenn derselbe bei *c* mit *Wismuth* in Berührung gebracht und *b* erwärmt wäre, würde die Declination gleichfalls *östlich* seyn. Werden in dreigliedrigen Ketten, wie *ABK* (Fig. 8) die Berührungspunkte *a* und *b* gleichzeitig erwärmt, so ist die Polarität *stärker*, als wenn blofs einer von ihnen erwärmt wird, was eine nothwendige Folge der vergrösserten Temperaturdifferenz ist, zwischen *c* und den Punkten *a* und *b*.

Viergliedrige Ketten können entweder aus zwei gleichen Paaren verschiedener Metalle bestehen, wie z. B. Fig. 10 aus *Kupfer* (*K*) und *Antimon* (*A*), oder aus 3 verschiedenen Metallen, wie z. B. Fig. 9 aus *Antimon*, *Kupfer* und *Wismuth*, oder aus vier Metallen, wie z. B. Fig. 11 u. 12, worin *P* Platina und *S* Silber bedeutet.

Fig. 9 unterscheidet sich von Fig. 8 nur darin, dass in *c* zwischen Antimon und Wismuth ein zweiter Kupferstreifen eingeschoben worden. Der *n* Pol dieser Kette (Fig. 9) liegt also bei Erwärmung von *a* und *b* gleichfalls in *Osten*, vorausgesetzt, dass die Lage der Apparate die hier gegebene sey. In der Kette

Digitized by Google

Fig. 10 müſſen aber die Berührungspunkte *a* und *d* erwärmt werden, wenn ihr *n* Pol in *Oſten* liegen ſoll. Bei Erwärmung von *b* und *c* liegt er im *Weſten*. Auch hier iſt die Polarität *ſtärker*, wenn *a* und *d* zugleich erwärmt werden; doch iſt ſie alsdann nicht unter allen Umſtänden ſtärker, als die von einer einfachen Kette derſelben Metalle von gleichem Umfang des Kreiſes. In einer Doppelkette, aus 2 Antimonſtangen von 9″ Länge und 0″,5 Dicke und aus Kupferblechſtreifen von 3″,5 Länge, 0″,5 Breite und 0‴,2 Dicke beſtehend, wich z. B. die Magnetnadel anhaltend um 10° ab, als *a* allein (Fig. 10) erwärmt wurde; hingegen ſtieg die Declination auf 20°, als ſpäterhin beide Berührungspunkte *a* und *d* zugleich erwärmt wurden. Eine einfache Kette aus einer *Antimonſtange* von 9″ Länge und 0″,5 Dicke, und einem *Kupferſtreifen* von 16″ Länge, 0″,5 Breite und 0‴,2 Dicke, gab aber eine noch ſtärkere Declination, nämlich von 21°,5. — Ferner war innerhalb einer Kette aus 3 Paar *Antimon*- und *Wismuth*ſtäben von 6″ L. und 0″,5 D. verbunden mit einem Kupferſtreifen von 41″ L., als ein Berührungspunkt um den andern erwärmt worden, die Declination 40°. Eben ſo ſtark war ſie aber innerhalb einer Kette von einem einzigen Paare jener Antimon- und Wismuthſtäbe, wenn die Dauer der Erwärmung von *c* (Fig. 8), der von jenen 3 Berührungspunkten gleich war.

Hieraus folgt, daſs in den *vielgliedrigen* metalliſchen Ketten die durch Vergröſserung der Temperaturdifferenz zu gewinnende Verſtärkung des Magnetismus durch Vermehrung der Länge der ſchlechteren Wärmeleiter eine Verminderung erleidet — mithin

Digitized by Google

die Stärke der magnetiſchen Polariſation dieſer Ketten im umgekehrten Verhältniſs der Länge der Leiter ſteht. Dieſs beſtätigen auch die Verſuche mit Spiralen von verſchiedener Länge, deren verſtärkende Wirkung verhältniſsmäſsig und in Vergleichung mit den einfachen Bügeln um ſo ſchwächer gefunden wurde, je länger die Spiralen waren. Es wird alſo auch die Verſtärkung des Magnetismus in den *vielgliedrigen* metalliſchen Ketten ſehr bald ihre Gränze finden, welches Verhältniſs man auch den einzelnen Theilen gebe, und es werden alſo unſere *einfachen* zweigliedrigen Ketten, die aus mehreren ihnen gleichen Gliederpaaren zuſammengeſetzten, in der Stärke der magnetiſchen Polariſation, unter übrigens gleichen Bedingungen, eben ſo übertreffen müſſen, wie die einfachen galvaniſchen Ketten die voltaiſchen Säulen *).

In Ketten, wo vier verſchiedene Metalle mit einander verbunden ſind, iſt der Erfolg verſchieden nach der Lage der beiden mittleren Metalle der magnetiſchen Reihe gegen die beiden äuſseren. Die Kette Fig. 11 z. B. hat ihren *n* Pol in *Oſten*, wenn *a* und *b* erwärmt werden, in Weſten hingegen, wenn *c* und *d* erwärmt werden. In Fig. 12 aber iſt der *n* Pol nicht nur bei Erwärmung von *a* und *b*, ſondern auch bei der von *d* nach Oſten gerichtet, und nur bei Erwärmung von *c* nach Weſten. — In dieſen Ketten ſteht, nach §. 32, jedesmal das in der magnetiſchen Reihe

*) Dieſe Beobachtungen wurden der Akademie im Auguſt und October 1821 vorgelegt. In wie weit ſie durch ſpäter angeſtellte Verſuche beſtätigt worden, wird man aus einer der folgenden Abhandlungen erſehen.

Digitized by Google

höher ſtehende Metall in *Oſten*, das *tiefer* ſtehende in *Weſten*, wenn der *n* Pol derſelben nach Norden gerichtet iſt und der warme Berührungspunkt *unten* liegt. — Auch bleibt die Polariſation in Ketten wie Fig. 16 und 17, bei alleiniger Erwärmung von *c* unverändert dieſelbe, es mögen die Enden der Wismuthſtäbe *a* und *b* ſich unmittelbar berühren, oder zwiſchen ihnen andere Metalle in beliebiger Zahl und Ordnung befindlich ſeyen. Nur die Stärke der Polarität zeigt ſich verſchieden.

35. Die gänzliche Abweichung der magnetiſchen Reihe der Metalle von der elektriſchen Spannungsreihe derſelben wird als ein neuer und wichtiger Einwurf gegen die Hypotheſe von der Identität der Elektricität und des Magnetismus und beſonders gegen die ſeit Oersted's Entdeckung aufgeſtellten elektromagnetiſchen Theorien, welche aus der Circulation der an den Berührungspunkten zweier Metalle mit einander erregten Elektricität den Magnetismus derſelben ableiten, angeſehen werden müſſen.

In jeder elektromagnetiſchen Theorie wird man davon ausgehen müſſen, daſs ein feſtes Verhältniſs zwiſchen der elektriſchen und magnetiſchen Polariſation beſtehe, und dieſes wird überall demjenigen gleich ſeyn müſſen, welches wir am Auslader der Leidner Flaſche finden, d. h. es wird, wenn der *n* Pol deſſelben gegen *N* gewendet iſt, und der Bogen oben ſteht, + *E* von *Weſten* durch das Zenith nach *Oſten* gerichtet ſeyn müſſen. Soll nun die im Contact der Metalle ſich entbindende Elektricität die Urſache der magnetiſchen Polariſation unſerer zweigliedrigen Ketten ſeyn, ſo muſs die Differenz der Temperatur eine Aufhebung der Gleichheit der Elektricitätserregung, welche vorher an dieſen Punkten beſtand, bewirken, und es wird die Trennung der Elektricitäten an einem der beiden Berührungspunkte das Uebergewicht über die

Digitized by Google

am andern haben müſſen; es wird alſo an einem derſelben die Quantität der frei werdenden und jener Hypotheſe zufolge in Circulation geſetzten Electricitäten gröſser ſeyn müſſen, als am andern Berührungspunkte.

Nun finden wir in einigen unſerer zweigliedrigen metalliſchen Kreiſe das — *E* Metall der elektriſchen Reihe Volta's in *Weſten*, das + *E* Metall in *Oſten*; in andern das + *E* Metall in *Weſten*, das — *E* Metall in *Oſten*, wenn der Nordpol derſelben in Norden gerichtet iſt, und der warme Berührungspunkt ſich unten befindet. Es theilen ſich alſo jene zweigliedrigen metalliſchen Ketten in elektriſcher Beziehung in 2 Arten, welche ſich darin von einander unterſcheiden, daſs in der erſteren + *E* und — *E* am *kalten* Berührungspunkte die zur magnetiſchen Polariſation geforderten Richtungen haben, und daſs in der zweiten Art von Ketten + *E* und — *E* am *kalten* Berührungspunkte die entgegengeſetzte Richtung von der geforderten haben.

In der erſten Art von Ketten, d. h. in denen, in welchen das ſogenannte — *E* Metall (dasjenige, welches im Contacte mit dem andern — *E* wird) unter den angegebenen Bedingungen in *Weſten* liegt, wird alſo die Elektricität am *kalten* Berührungspunkte als die überwiegende, die den Magnetismus erzeugende angeſehen werden können, und es wird alſo die *Wärme* in dieſer Art von Ketten die urſprüngliche Elektricität *ſchwächen* oder *umkehren* müſſen.

In der zweiten Art von zweigliedrigen Ketten, wo das + *E* Metall im *Weſten* liegt, würde dagegen *Wärme* eine *Verſtärkung* der urſprünglichen elektriſchen Polariſation bewirken müſſen, und es würde der *wärmere* Berührungspunkt als der die magnetiſche Polariſation hervorbringende anzuſehen ſeyn.

Einige vergleichende Verſuche, welche ich über das elektriſche Verhalten einiger der wichtigeren Metalle anſtellte, beſtätigten jene Annahme keineswegs, ſondern es ergab ſich vielmehr aus denſelben, daſs die elektriſchen Polariſationen zweier Metalle aus jenen beiden Arten von Ketten immer dieſelben bleiben, die

Digitized by Google

Metalle mögen sich in gewöhnlicher Temperatur von 12° bis + 14° R. befinden, oder es mögen beide *gleichmäfsig* in der Temperatur bedeutend erhöht seyn. Scheiben von denselben Metallen, deren ich mich zu den magnetischen Versuchen bedient hatte, ordneten sich nach der Berührung und Trennung in *gewöhnlicher* Temperatur folgendermafsen:

+ *E.* Zink, Blei, Zinn, Antimon, Wismuth, Eisen, Kupfer No. 2, Platina No. 1, Silber. — *E.* (*)

Auf gleiche Weise ordneten sich jene Metallscheiben, als die beiden, welche mit einander in Berührung gebracht wurden, vorher gleich stark erwärmt worden waren. So fand ich:

+ *E*	— *E*	+ *E*	— *E*
Zink	mit Wismuth	Antimon	mit Kupfer 2
Zink	- Antimon	Wismuth	- Kupfer 2
Zink	- Silber	Antimon	- Silber
Blei	- Silber	Wismuth	- Silber

In dem 1ten, 3t., 5t. u. 7t. dieser Metallpaare hätte, der oben aufgestellten Hypothese zufolge, *Wärme* eine *Verstärkung*, und in dem 2t., 4t., 6t. u. 8t. Paare eine *Schwächung* der elektrischen Polarisation bewirken sollen. Dieis geschah nicht. Eine geringe Verschiedenheit der elektrischen Spannung zwischen erwärmten und kalten Metallen wurde zwar einige Mal

*) Bei diesen Versuchen wurde bemerkt, dafs *Blei* mit *rauher* Oberfläche — *E* wird gegen *Zinn* mit polirter Fläche, dafs aber *Blei* mit *polirter* Fläche gegen das vorige *Zinn* + *E* wird.

Digitized by Google

bemerkt, doch war ſie weder conſtant, noch entſprach ſie den zu machenden Forderungen *).

Andere Thatſachen zeigen noch entſchiedener, als die vorhergehenden, daſs zwiſchen der Stärke der magnetiſchen und elektriſchen Polariſation kein feſtes Verhältniſs beſteht. Denn

*) Spätere Unterſuchungen (die im folgenden Bande der Denkſchrift d. K. Akad. erſcheinen werden) beſtätigten nicht nur das Obige, ſondern es wurden auch noch andere Thatſachen entdeckt, welche der Lehre von der Identität der Elektricität und des Magnetismus eben ſo wenig günſtig ſind als jene. So z. B. ergab ſich, daſs jedes Metall, wenn es bis zu einem beſtimmten Grade *erhitzt* worden, — *E* wird in der Berührung mit einem zweiten Metall, welches *kalt* iſt, und daſs dieſes dann immer + *E* wird, es mag in der auf gewöhnliche Weiſe ausgemittelten elektriſchen Spannungsreihe *über* oder *unter* dem erſten ſtehen. Dieſs gilt ſelbſt von denen, die weit von einander abſtehen, wie z. B. *Zink* mit *Kupfer*. — Auf die magnetiſche Polariſation zweier Metalle hat es aber keinen Einfluſs, ob das an einem Ende *allein erwärmte* Metall mit dem andern daſſelbe berührenden *kalten* Metall + *E* oder — *E* wird; die magnetiſche Polariſation der geſchloſſenen Kette bleibt nach Umkehrung der elektriſchen Polariſation dieſelbe, welche ſie vor derſelben war; auch iſt es ganz gleichgültig, ob die beiden bei dieſem Verſuche mit einander verbundenen Metalle zu den Ketten der erſten oder zweiten Art gehören.

Daſs es jedoch auch Fälle giebt, wo in zweigliedrigen Ketten bei ſtarker Erhitzung einzelner Metalle und Metalllegirungen Umkehrungen der magnetiſchen Polariſationen erfolgen, davon werden weiter unten mehrere Beiſpiele vorkommen, dieſe Erſcheinungen treten aber nur an einigen Metallen und hier auch erſt in höheren Temperaturgraden ein, als bei vorhergehenden Verſuchen Statt finden, — in denſelben und in niedrigen Temperaturgraden aber nur bei einigen der leichtflüſſigen Metalllegirungen.

Digitized by Google

die *magnetiſche* Polarität iſt *ſtark* in Kreiſen, deren *elektriſche* Spannung *ſtark* iſt,	*ſchwach* iſt
Wismuth mit Zink	Kupfer 2 mit Wismuth
	Antimon - Wismuth
die *magnetiſche* Polarität iſt *ſchwach* in Kreiſen, deren *elektriſche* Spannung *ſtark* iſt,	*ſchwach* iſt
Kupfer 2 mit Zink	Silber mit Kupfer 2
Kupfer 2 - Blei	Zinn - Blei

Es ergiebt ſich aus allen dieſen Erfahrungen, daſs die *magnetiſche* Polariſation jener Ketten nicht aus der an einem der Berührungspunkte ſich trennenden, *frei* werdenden, und den Elektrometern mittheilbaren gröſseren Quantität der Elektricitäten *allein* abgeleitet werden könne, und man alſo auch ſo lange *nicht* berechtigt ſey, dieſe Ketten *elektromagnetiſche* zu nennen, als bis etwa eine andere Quelle der Elektricitätserregung, als die an den Berührungspunkten der Metalle vorhandene, oder eine durch den Contact der Metalle zwar erregte, aber vielleicht (nach Volta's Vorſtellung) nicht genugſam cohibirte, und von der *freien* ſich am Elektrometer auf unzweideutige Weiſe offenbarenden Elektricität, unabhängige, zuweilen dieſer gleich, zuweilen ihr *entgegengeſetzt* circulirende Elektricität nachgewieſen worden u. ſ. w., kurz bis die oben angeführten, mit jenen elektromagnetiſchen Theorien in Widerſpruch ſtehenden Thatſachen befriedigend aufgeklärt ſind.

36. Von Gegenwart der Luft ſcheint die Erregung des Thermomagnetismus unabhängig zu ſeyn. Unter der Glocke einer Luftpumpe, bei 4‴,5 Baro-

Digitized by Google

meterſtand, gab eine Kette von *Wismuth* und Kupfer eine Declination von gleicher Art und Gröſse, wie nach zugelaſſener Luft, wenn in beiden Fällen die Temperaturdifferenz dieſelbe war.

In Beziehung auf Morichini's Erfahrung, über das Vermögen des blauen und violetten Lichtes, Magnetismus der Stahlnadeln zu erregen, wurden auch einige Verſuche mit jenen zweigliedrigen Ketten im farbigen Lichte angeſtellt. Die Reſultate waren folgende: Fiel das Sonnenlicht durch eine tief gelbroth gefärbte 4″ im Durchmeſſer haltende, im Boden der dunklen Kammer befeſtigte, geſchliffene Glasſcheibe, und durch ein, nahe hinter derſelben aufgeſtelltes, vierzölliges Brennglas, ſo wurde die in den Focus dieſer Linſe gebrachte Wismuthſtange zwar langſam erwärmt, doch bewirkte ſie, mit einem Kupferſtreifen verbunden, ganz dieſelbe Declination der Magnetnadel, und dem Anſchein nach auch weder ſchwächer noch ſtärker, als ſie auf jede andere Art erwärmt, bei gleichem Temperaturgrade gethan haben würde. Ein gleiches unverändertes Verhalten zeigte auch *Antimon* nach der Erwärmung im *rothen* Lichte, ſowohl in der Verbindung mit *Kupfer* als *Wismuth*. Fiel das Sonnenlicht durch *dunkelblaues* Glas auf die Linſe, ſo erfolgte eine noch langſamere Erwärmung der *Wismuth*- oder *Antimon*ſtäbe als vorhin, und in demſelben Grade war ihre Wirkung in der Verbindung mit *Kupfer* oder mit einander auch ſchwächer als beim vorigen Verſuche. Die *ſtärkſte* und *ſchnellſte* Wirkung zeigte ſich, wenn die Metallſtäbe im *reinen Sonnenlicht* vermittelſt der Linſe erwärmt wurden — wie zu erwarten ſtand.

Digitized by Google

37 — 39. Hinſichtlich der Stelle, welche die gediegenen Metalle und Erze in der magnetiſchen Reihe einnehmen, hat der Hr. Verfaſſer in dieſen Abſchnitten eine ſehr ausführliche Unterſuchung angeſtellt, aus welcher Nachſtehendes das Wichtigere enthalten mag. (*P.*)

Zwiſchen *Nickel* und *Platina* No. 1 haben ihren Platz die *Meteoreiſen* aus Sibirien, Zacatecas in Mexico, Elnbogen, Agram Tucuman, Plann bei Tabor (angeblich), Gouv. Minsk, Eibenſtock, New-Orleans, Tocavita bei Bogota, und nach ſpäterer Unterſuchung auch die ſchon im Friſchfeuer geweſene Bitburger Maſſe. Zwiſchen *Zinn* und *Kupfer* 2 ſteht das gediegene Eiſen von Groſs-Kamsdorf, zwiſchen *Platina* und *Cadmium*, das gediegene Eiſen von *New-Jersey*, endlich zwiſchen *Stahl* und *Arſenik*, — das Aachner gediegene Eiſen, das Meteoreiſen von der Collina di Brianza bei Villa in Mayland, unächtes gediegenes Eiſen von Groſs-Kamsdorf, und das gediegene Eiſen aus der Grafſchaft Sayn-Altenkirchen. — Von den meiſten der über Platina No. 1 ſtehenden Meteoreiſen (auch von dem aus New-Orleans, (Chladni in Gilb. Ann. 1821 St. 8 S. 343)) iſt bekannt, daſs ſie *Nickel* enthalten. Dieſes Metall ſcheint alſo vorzüglich dazu beizutragen, dem Eiſen eine ſo hohe Stelle in der Reihe zu geben. Von den *gediegenen* Eiſen ſtehen die unreineren Arten höher, die reineren tiefer in der magnetiſchen Reihe.

Das *Platina* von Cerro di Frio in Braſilien, welches nach Wollaston (Phil. trans. 1809) beinahe völlig rein iſt, nimmt in der Reihe die Stelle von dem *Platin* No. 1 ein. Ein groſses, 4 Loth ſchweres Korn

Digitized by Google

von Platina aus New-Granade (ein vom Hrn. v. Humboldt der K. Sammlung gemachtes Geſchenk), ſo wie alles gröſsere Platinageſchiebe von Santa Fé und Choco ſteht in der magnetiſchen Reihe bei *Platina* No. 4. Dieſs ſcheint anzudeuten, daſs die in §. 31 unter Platina No. 4 angeführten Geräthe nur aus roher peruaniſcher Platina (die bekanntlich mehrere andere Metalle enthält) verfertigt ſind. Rohe *Platina* mit *Arſenik* zuſammengeſchmolzen, und von letzterem ungefähr $9\frac{1}{2}$ pr. C. enthaltend, ſteht noch tiefer als Platina No. 4. Die thermomagnetiſche Action der Metalle giebt alſo ein Mittel an die Hand, die Platina, welche gegenwärtig für die reinſte gehalten wird, von der zu unterſcheiden, welche die noch den Platinerzen beigemiſchten Metalle oder Arſenik enthält; doch wohl zu merken, nur ſo lange als mäſsige Wärme angewendet wird — höhere Temperatur ändert das Verhalten der letzteren, wie man weiterhin ſehen wird.

Alles *gediegene Kupfer* nimmt mit dem künſtlich erzeugten *Cämentkupfer* (No. 3 der Tabelle §. 31) gleiche Stelle ein. Sollte jenes vielleicht gleichen Urſprungs mit dieſem ſeyn? Das häufige Vorkommen des braunen Eiſenochers bei dem gediegenen Kupfer (S. Hoffmanns Handbuch der Mineralogie Bd. III. 2. S. 88) ſcheint gleichfalls dafür zu ſprechen *).

*) Das Cämentkupfer, welches durch Eiſen aus Kupfervitriol hergeſtellt worden, behält, wie ich ſpäter gefunden habe, die Stelle zwiſchen *Zink* und *Platina* No. 4 in der magnetiſchen Reihe nur ſo lange, als es in der urſprünglichen Form, wie es reducirt worden, bleibt. Wird es im Thontiegel für ſich, ohne Zuſatz irgend eines Fluſsmittels geſchmolzen, ſo zeigt es nach dem Erkalten genau das magnetiſche Verhalten des Kup-

Digitized by Google

Das gediegene Tellur nimmt gleiche Stelle mit dem von Hrn. Bergemann reducirten ein, obgleich das erstere nach einer von Hrn. Berzelius hier angestellten Untersuchung eine beträchtliche Quantität *Selen* enthält, letzteres aber gänzlich frei davon ist.

Von den Erzen ist zunächst der *Bleiglanz* merkwürdig, weil er in der Reihe *über Wismuth* steht. Von den *Eisen-* und *Kupfererzen* liegen die mit dem Maximo an Schwefelgehalt in der Nähe der *östlichen* Metalle, die mit dem Minimo desselben in der Nähe der *westlichen* Metalle. Nämlich, zwischen *Wismuth* und *Nickel* liegen: Schwefelkies, Arsenikkies, weisser und grauer Speiskobalt (ausserdem: Wismuthspiegel, der nach Hrn. Berzelius Analyse aus Tellur- und Selen-Wismuth besteht, und Magneteisenstein); zwischen *Nickel* und *Platina* No. 1 liegen: Kobalt-Nickelglanz *), Kupferkies, Nickel-Antimon (ausserdem: Eisenglanz). Zwischen *Stabeisen* und *Antimon* liegt blättriger *Magnetkies* von *Bodenmais* (ausserdem der in diesen Ann. B. 72. S. 190 von H. Rose untersuchte Silberhaltige Wismuthspiegel von Deutsch Pilsen). *Unter Antimon* liegen endlich: Kupferglanz, Buntkupfererz **).

fers No. 2. Ob geschmolzene gediegene Kupferkrystalle sich eben so verhalten, habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu untersuchen. Octaëdrische und pyramidale Garkupfer-Krystalle unterscheiden sich von den gediegenen Kupferkrystallen gleichfalls dadurch, dass sie die Stelle von Kupfer No. 2 einnehmen.

*) Ein neues von Hrn. Weiss so benanntes Fossil, das, nach Hr. Rose's Untersuchung vor dem Löthrohre, gröstentheils aus Kobalt und Arsenik besteht.

**) Spätere Versuche zeigten, dass *concentrirte Schwefelsäure* und

Digitized by Google

Nicht alle Schwefelkiefe, und auch nicht aller Bleiglanz wirken gleich ſtark mit den Metallbogen, auch iſt es bemerkenswerth, daſs die geringe Zahl der wirkſamen Erze ſich an den äuſserſten Enden der magnetiſchen Reihe anhäuft, und das keines entſchieden, über das ſechſte Metall an den beiden Enden unſerer Reihe, gegen die Mitte zu, zu ſtehen kommt.

Engliſcher Graphit ſtand zwiſchen Zink und Stahl. Keine magnetiſche Polariſation in Verbindung mit Kupfer No. 2, wenigſtens in mäſsig erhöhten Temperaturzuſtänden, zeigten:

Glaserz (kryſtalliſirtes und ſprödes), Rothgültigerz, Zinnkies, Spieſsglanzbleierz, Zinkblende (ſchwarze, braune und gelbe), Wismuthglanz von Riddarhytta, Nadelerz, Rauſchgelb, Waſſerblei, Rotheiſenſtein, Chromeiſen, Fahlerz, Graugültigerz, Weiſsgültigerz, Titaneiſen, Iſerin, Rutil, Hornſilber, Hornblei, Bleivitriol, Weiſsbleierz, Grünbleierz, Eiſen- und Kupfervitriol, u. ſ. w. Gänzlich unwirkſam ſind alle erdartigen Foſſile, alle Salze und alle brennbaren nicht metalliſchen Körper, namentlich Steinkohlen.

Ein Stück *Wismuthglanz* von Riddarhytta, ſo wie ein Stück *Zinkblende* von Chriſtoph zu Breitenbrunn, gaben an einzelnen Stellen Declinationen der Magnetnadel; es zeigte ſich aber, daſs dieſs in dem erſten ein kleiner *Schwefelkieskryſtall*, und in dem letztern fein eingeſprengter *Arſenikkies* bewirkt hatte.

Durch Schmelzung bereitete Verbindungen von *Wismuth* und *Schwefel* in verſchiedenen Verhältniſ-

Salpeterſäure in der thermomagnetiſchen Reihe der Metalle *über Wismuth* — und daſs *concentrirte Natron-* und *Kali*-Auflöſungen *unter Antimon* und *Tellur* zu ſtehen kommen; daſs ſich aber die Stelle der Säuren und Alkalien ändert, wenn ſie verdünnt werden. (Das Ausführlichere hierüber im nächſten Bande der Denkſchriften).

Digitized by Google

ſen, zeigten ſich wirkſam und beinahe dem reinen Wismuth gleich.

40. Um weitere Aufſchlüſſe über den Einfluſs fremdartiger Beimiſchungen auf die magnetiſche Action der Metalle bei eintretender Temperaturdifferenz zu gewinnen, wurden Verſuche mit Alliagen, von einigen der wichtigſten Metalle aus der magnetiſchen Reihe, namentlich von *Wismuth* und *Antimon* mit einander, und mit *Zinn*, *Blei*, *Kupfer* 2, und Zink unternommen. Die Reſultate dieſer Verſuche ergeben ſich in nachſtehender Tafel, aus der Stelle, die die verſchiedenen Alliagen in der magnetiſchen Reihe einnehmen.

Künſtlich hergeſtellte Metalle	Alliagen.
Wismuth	Wismuth 3 Th. und Antimon 1 Thl.
	- 3 - - Zink 1 -
	- 3 - - Kupfer 1 -
	- 1 - - Kupfer 1 -
	- 1 - - Kupfer 3 -
Nickel	
Platin No. 1	
Gold No. 1	
Blei	
Zinn	Wismuth 1 Thl. und Zink 3 Thl.
	Wismuth 1 - - Blei 3 -
Platina No. 3	Wismuth 1 Thl. und Zinn 3 Thl.
Kupfer No. 2	Wismuth 1 Th. und Blei 1 Thl.
Gold No. 2	
Silber	Wismuth 1 Thl. und Zinn 1 Thl. (d'Arcet's leichtflüſſige Miſchung).
Zink	Wismuth 3 Thl. und Blei 1 Thl. (Rose's leichtflüſſige Miſchung).

Digitized by Google

Stahl Stabeisen	Wismuth 1 Thl. und Antimon 1 Thl.
	Antimon 3 Thl. u. Kupfer 1 Thl.; Antimon 1 Thl. u Kupfer 1 Thl.; Antimon 1 Thl. u. Kupfer 3 Thl.
	Antimon 3 Thl. und Blei 1 Thl.; Antimon 1 Thl. und Blei 1 Thl.; Antimon 1 Thl. und Blei 3 Thl.
	Antimon 3 Thl. u. Zinn 1 Thl.; Antimon 1 Thl. und Zinn 1 Thl.; Antimon 1 Thl. und Zinn 3 Thl.
	Wismuth 3 Thl. und Zinn 1 Thl.
Antimon	Wismuth 1 - - Antimon 3 Thl.
	Antimon 1 - - Zink 3 Thl.
	Antimon 1 Thl. und Zink 1 Thl.
	Antimon 3 - - - 1 Thl.

Man sieht hieraus, dafs Alliagen von *Wismuth* und *Kupfer* in allen drei, hier angewandten, Mischungsverhältnissen mit *Kupfer* No. 2, (unter den auf S. 16. angegebenen Bedingungen) eine *östliche* Declination bewirken, wie das *reine* Wismuth; die Stärke derselben nimmt aber ab, je mehr Kupfer sich in dieser Alliage befindet. *Wismuth* und *Zink* verbinden sich so unvollkommen mit einander dafs aus den Versuchen mit diesen Alliagen wenig zu folgern ist, doch sieht man, dafs die Wirkung des Wismuths vorherrscht.

Die Alliagen von *Wismuth* mit *Blei* und von *Wismuth* mit *Zinn* zeigen das Merkwürdige, dafs sie mit *Kupfer* No. 2 eine *westliche* Declination bewirken, wenn das *Wismuth* in ihnen vorwaltend war, und eine *östliche*, wenn jenes Metall nur den vierten Theil der Alliage ausmachte. Es mufs also eine Alliage dieser Metalle geben, deren magnetische Action mit *Kupfer* No. 2, ungeachtet der Temperaturdifferenz an den Berührungspunkten, Null ist. Eben so mufs unter den Legirungen von *Wismuth* und *Antimon* eine

vorkommen, die mit *Kupfer* No. 2 keine Wirkung giebt.

Die in diesen und ähnlichen Fällen fehlende oder aufhörende magnetische Polarität der metallischen Ketten, steht indefs nicht in Widerspruch mit dem § 18 aufgestellten Satz: dafs die erste und wesentlichste Bedingung des Magnetismus in den zweigliedrigen Ketten, Differenz der Temperatur der Berührungspunkte ist. Denn damit ist nicht behauptet worden, dafs *jede* Temperaturdifferenz der Berührungspunkte eine magnetische Polarität hervortretend mache, sondern nur, dafs *ohne dieselbe* keine solche Polarität Statt finde. Auch wird in manchen Ketten von reinen Metallen die magnetische Polarität erst bei sehr beträchtlicher Temperaturerhöhung wahrnehmbar.

Die Betrachtungen welche sich bei den übrigen Legirungen, hinsichtlich ihrer Stellung in der magnetischen Reihe, mit Bezug auf das Verhältnifs ihrer Bestandtheile anstellen lassen, mögen hier in diesem Auszuge der Aufmerksamkeit des Lesers überlassen bleiben.

41. An einigen der leichtflüssigen Alliagen, namentlich an den von *d'Arcet*, dergleichen an ein Paar Alliagen von *Wismuth* mit *Zinn*, bemerkte der Hr. Verfass. ein verschiedenes Verhalten, je nach dem sie sich im *festen* oder *flüssigen* Zustande befanden, und einige derselben wurden zugleich nach dem zweiten Erstarren an einer anderen Stelle in der magnetischen Metallreihe gefunden, als im ursprünglichen festen Zustande derselben, nach dem Guss. Die Resultate dieser Versuche sind in der folgenden (der Akademie am 11. Febr. 1822 vorgelegten) Tabelle zusammenge-

Digitized by Google

ſtellt. Die beigefügten römiſchen Ziffern ſollen bloſs zur leichtern Auffindung einer und derſelben Legirung in den verſchiedenen Kolumnen dienen.

Künſtlich hergeſtellte Metalle	Alliagen		
	Im feſten Zuſtande, wie ſie vom Guſs kamen	Im flüſſigen Zuſtande	Im feſten Zuſtande nach dem zweit. Erſtarren.
Wismuth			
Nickel			
Platin No. 1		I. Amalgam von Wismuth, Blei Zinn u. Queckſilber.	
Gold No. 1			
Kupfer No. 1			
Blei			
Zinn	Wismuth 1 Th. und Blei 3 Th.	Wismuth 1 Th. und Blei 3 Th.	Wismuth 1 Th. und Blei 3 Th.
	I. Amalgam von Wismuth, Blei, Zinn u. Queckſilber.		
Platin No. 3	II. Wismuth 1 Th. und Zinn 3 Th.	II. Wismuth 1 Th. und Zinn 3 Th.	
		III. Wismuth 1 Th. und Zinn 1 Th.	
Kupfer No. 2	Wismuth 1 Th. und Blei 1 Th.	Wismuth 1 Th. und Blei 1 Th.	Wismuth 1 Th. und Blei 1 Th.
		IV. d'Arcet's Alliage	II. Wismuth 1 Th. und Zinn 3 Th.
Gold, No. 2			I. Amalgam von Wismuth, Blei, Zinn u. Queckſilber.
Silber	III. Wismuth 1 Th. u. Zinn 1 Th.		
	IV. d'Arcet's Alliage.		

Digitized by Google

Zink	Wismuth 3 Th. und Blei 1 Th.	Wismuth 3 Th. und Blei 1 Th.	Wismuth 3 Th. und Blei 1 Th.
	Rose's Alliage	Rose's Alliage	Rose's Alliage
			III. Wismuth 1 Th. u. Zinn 1 Th.
			IV. d'Arcet's Alliage
Stahl			
Stabeisen	Wismuth 3 Th. und Zinn 1 Th.	Wismuth 3 Th. und Zinn 1 Th.	Wismuth 3 Th. und Zinn 1 Th.
Antimon			

Diejenigen dieser Metallmischungen, welche im *flüssigen* Zustande eine andere Stelle in der magnetischen Reihe einnehmen, als im *festen*, kommen in jenem immer *höher* in derselben zu stehn als in diesem. Der tiefere Stand einiger Alliagen nach ihrem zweiten Erstarren möchte wohl häufig, wenn auch nicht in allen Fällen, einer während des flüssigen Zustandes durch ungleiche Oxydation der Metalle eingetretenen Veränderung des Mischungsverhältnisses derselben zuzuschreiben seyn. Es ist übrigens einleuchtend, dafs es für alle diejenigen Alliagen, welche im flüssigen Zustande eine höhere Stelle einnehmen, als im festen, bei ihrer Verbindung zu Ketten mit denjenigen Metallen, welche *zwischen* diesen *äufseren* Stellen liegen, eine Temperatur geben mufs, bei der die magnetische Polarisation Null ist. So wird z. B. eine Kette zusammengesetzt aus einer Legirung von *Wismuth* und *Zinn* zu gleichen Theilen, mit *Silber*, oder *Gold* 2, oder *Kupfer* 2, bei Erhöhung der Temperatur eines der Berührungspunkte, an der einen Seite (der Grundfläche der Kette), erst $-m$, dann $0\,m$ und nachher $+m$; und dieſs ebenfalls nach dem zweiten Erstarren dieser Legirung in der Kette mit *Zink*, niemals aber in

Digitized by Google

Ketten mit *Wismuth*, *Nickel*, *Platina* 1, *Gold* 1, *Blei*, *Zinn*, *Stahl*, *Eisen*, und Antimon, weil diese letzteren Metalle sämmtlich *oberhalb* oder *unterhalb* jener Stellen der Alliage liegen. Aehnliche Umkehrung der magnetischen Polarisation muss auch das Amalgam No. 1 *) mit *Zinn*, *Blei*, *Kupfer* 1 und *Gold* 1 zeigen, nicht aber mit *Platina* 1, *Nickel*, *Wismuth* oder *Platina* 3.

Die Legirung von *Wismuth* und *Zinn* zu gleichen Theilen zum zweiten Male in den Fluss gebracht, nahm wieder die höhere Stelle in der Reihe ein, und wurde nach dem 3ten Erstarren wieder an ihrer vorigen Stelle zwischen *Zink* und *Stahl* gefunden. Die leichtflüssige Metallmischung *d'Arcet's* (8 Wismuth, 5 Blei und 3 Zinn) hingegen, welche anfänglich gleichfalls verschiedene Stellen im festen und flüssigen Zustande in der Reihe eingenommen hatte, blieb nach dem zweiten Erstarren in beiden Zuständen unter dem *Zink*; es verhielt sich also jetzt wie das Rose'sche Metallgemisch (2 Wism., 1 Blei und 1 Zinn). Eben so finden sich alle Alliagen von *Wismuth* mit *Blei* und die von *Wismuth* zu 3 Theilen mit einem Theile *Zinn*, im flüssigen wie im festen Zustande, unverändert an denselben Stellen in der Reihe. Doch zeigt sich an diesen Ketten in der Regel eine stärkere Polarität im flüssigen Zustande der Alliagen, als im festen. Es scheint dies anzudeuten, dass die letzteren Metallgemische bei den wiederholten Schmelzungen keine bedeutende Mischungsveränderung erlitten haben können, und dass sie folglich auch

*) Aus Wismuth, Blei, Zinn zu gleichen Theilen und einer geringen Menge Quecksilber bestehend.

Digitized by Google

vollkommner gemiſcht und verbunden ſind, als die oben erwähnten in ihrem magnetiſchen Verhalten veränderlichen Alliagen.

42. Die einfachen Amalgame von *Wismuth* und *Queckſilber*, ſowohl im feſten als im flüſſigen Zuſtande, wurden ſämmtlich, gleich dem reinen *Wismuth*, über *Nickel* ſtehend gefunden, doch iſt ihre Wirkung mit demſelben um ſo ſchwächer, je flüſſiger ſie ſind. Eine geringe Beimiſchung von Wismuth zum Queckſilber kann alſo auf dieſe Art leicht entdeckt werden. Auch *Wismuth*, das, nach Vauquelin's Methode, durch Schmelzung mit Weinſtein eine beträchtliche Menge *Kalium* aufgenommen hatte, behielt ſeine Stelle über dem *Nickel*. *Antimon*, auf gleiche Weiſe mit einer beträchtlichen Menge *Kalium* verbunden, nahm dieſelbe Stelle ein wie reines Antimon. *Kupfer* No. 2, mit Weinſtein geſchmolzen, ſchien kein *Kalium* aufgenommen zu haben; wenigſtens erfolgte keine Gasentwicklung, wenn ein Stück davon ins Waſſer geworfen wurde. Auch die Stelle dieſes Kupfers in der Reihe wurde nicht geändert.

Ein *gelber Stahl* von Hrn. Oberſt Fiſcher in Schaffhauſen, beſtehend aus 16 Th. Guſsſtahl und 5 Th. *Kupfer*, wurde an zwei verſchiedenen Stellen in der magnetiſchen Reihe gefunden; eine Folge der verſchiedenen Beſchaffenheit der beiden Enden dieſes Stahls. Berührte das eine Ende deſſelben den heiſsen Theil der Bügel von *Gold* 1, *Kupfer* 1, *Blei*, *Zinn* und *Platina* 3, ſo erfolgte eine *weſtliche* Declination, berührte das andere Ende den heiſsen Theil jener Bügel, ſo war die Declination *öſtlich*. Ein ähnliches Verhalten zeigte ein Stück *Platina*, deſſen eine Hälfte aus reiner *Pla-*

Digitized by Google

tina, die andere Hälfte aus nicht hinlänglich von Arsenik befreiter (ähnlich unserer *Platina* No. 4) bestand.

Kohle von Fichten- und Buchenholz und von Haselstauden zeigte sich in der Verbindung mit den Metallbogen gänzlich unwirksam, nur ein einziges Stück Kohle von einem dem Verfasser unbekannten Holze, welches derselbe von Hrn. Schweigger vor mehreren Jahren unter dem Namen einer thermooxydirten Kohle erhalten hatte, zeigte sich mit einigen Metallen wirksam, namentlich mit *Kupfer* No. 2, *Silber*, und *Zink*, und stand *unter* diesen. Eine Stange reines *Selenium* von Hrn. H. Rose hergestellt, war, wenigstens im festen Zustande, ebenfalls unwirksam, im flüssigen Zustande ist es nicht untersucht worden. Dieß Selenium verhielt sich gänzlich wie ein idioelektrischer Körper, *leitete* Elektricität *nicht*, und wurde mit Wolle gerieben *negativ* elektrisch, doch schwächer als Schwefel.

Das Uebrige ergiebt sich aus nachstehender Tafel, in der auch einige später untersuchte Legirungen nach ihrem magnetischen Verhalten eingeschaltet sind.

Künstlich hergestellte Metalle	Alliagen.
Wismuth	*a*) Alle Amalgame von Wismuth.
Nickel	*b*) Leg. von 2 Th. Kupfer mit 1 Th. Nickel
	- - 10 - - - 1 - -
	- - 10 - - - 2 - -
	- - 5 Th. Kupfer, 7 Th. Nickel, 7 Th. Zink
	- - 16 - - 6 - - 10 - -
	- - 89,8 - - 10,2 - -
	- - 61,74 - - 7,01 - - 31,25 - -

Digitized by Google

	Leg. v. 54,88 Th. Kupf., 6,23 Th. Nick., 38,89 Th. Zk.
Palladium	Suhler Weifskupfer
Platina No. 1	
Kupfer No. 0	
	c) Roheifen, 2 bis 3 Proc. *Zink* enthaltend.
	d) Eifen, reducirt durch die galvanifche Kette, 2 pr. *Zink* enthaltend.
	e) Meffing No. 1.
	f) Fifcher's gelber Stahl, das eine Ende.
Gold No. 1	
Kupfer No. 1	
	g) Meffing No. 2.
	**h*) Glockengut, aus 100 Th. Kupfer und 20 Th. Zinn beftehend.
	i) 3 Stück Doppel-Friedrichsd'or.
Blei	
Zinn	
Platina No. 3	
	k) 6 Stück Friedrichsd'or.
	l) Fifcher's gelber Stahl, das andere Ende.
	**m*) Tutania Metall.
Kupfer No. 2.	
	n) Preufsifche Thaler von 1820 und 1821.
	**o*) Ein Korn, beftehend aus Rhodium, Palladium und etwas Platina.
	**p*) Spiegelcompofition aus 2 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn.
	q) Probeftangen von 2 bis 11löthigem Silber.
Gold No. 2	
	r) Probeftangen von 12 bis 16löthigem Silber.
Silber	
Zink	
Platina No. 4	
	s) Kohle, angeblich thermooxydirte.
Stahl	
Staheifen	
	**t*) Platina mit 9,5 Proc. Arfenik.
	**u*) Wootz.
	**v*) Wootz mit 0,01 Platina.
	**w*) Wootz mit 0,01 Rhodium.
	**x*) Regulus antimonii martialis.
Antimon	
Tellur	

Digitized by Google

43. Alle Arten von Roheiſen nehmen eine höhere Stelle in der magnetiſchen Metallreihe ein, als das *Stabeiſen*. Aber nicht alle Flächen der Bruchſtücke eines Roheiſenfloſſes verhalten ſich gleich in der Wirkung; man findet deshalb ein und daſſelbe Stück an mehr als einer Stelle der magnetiſchen Reihe, wie aus der folgenden (der Akademie am 11. Febr. 1822 vorgelegten) Tafel zu erſehen, wo die Roheiſen nach dem Verhalten der genannten Flächen in der Berührung mit dem warmen Ende der Metallbogen geordnet ſind.

Wismuth	
Nickel	
	Roheiſen No. 1 von Geislautern im Saarbrückiſchen, alle Flächen.
Platina No. 1	
Gold No. 1	
Kupfer No. 1	
Meſſing No. 2	
	Roheiſen No. 2 aus dem Siegenſchen, die Bruchflächen und die untere Fläche.
	Roheiſen No. 3 von Mariazell in Steyermark, die Bruchflächen.
	Roheiſen No. 4 eine gegoſſene Stange.
Blei	
Zinn	
Kupfer No. 2	
Gold No. 2	
Silber	
Zink,	
	Roheiſen No. 2 die obere Fläche.
	Roheiſen No. 3 die obere und untere Fläche.
	Roheiſen No. 5 von Vordernberg in Steyermark alle Flächen.
Stahl	Rohſtahl aus Steyermark.
	Dreimal raffinirter Stahl aus Steyermark.
	Engliſcher Guſsſtahl.
	Guſsſtahl von Hrn. Fiſcher aus Schaffhauſen.
	Cämentſtahl aus Schleſien.
Stabeiſen	
Antimon	

Digitized by Google

Das Roheisen No. 1 von Geislautern ist, nach Angabe des Hrn. Karsten, ein graues, durch Schmelzung mit Eisenoxyd *weiss* gemachtes Roheisen, enthält viel *Silicium* und ist das einzige Roheisen, das mit dem nickelhaltigen Meteoreisen eine gleich hohe Stelle in der Reihe einnimmt.

Das Roheisen No. 2 aus dem Siegenschen, ein sogenanntes Spiegeleisen, hatte grosse Spiegelflächen und eine deutliche krystallinische Structur. Die obere Fläche war während des Glühens durch Einwirkung der Luft dem gefrischten Zustande näher gebracht. Die durch Abschleifen dieser oberen Rinde entblösten Stellen verhielten sich wie die Bruchflächen und wie die untere Fläche, woraus sich ergiebt, dass alle Theile der Eisenkrystalle gleich wirken. Dies Eisen war auf Schlacken, also auf einem trocknen Herd abgelassen.

No. 3 ist ein graues, ins *Weisse* übergehendes, sogenanntes *schwach halbirtes* Roheisen. Die *obere* Fläche desselben war durch Einwirkung der Luft, die *untere* Fläche aber wahrscheinlich durch Wasserdämpfe dem gefrischten Zustande näher gebracht; denn dieses Roheisen war auf feuchten Sand gegossen worden.

No. 4 gehört zu dem *weichen grauen* Roheisen. No. 5 ist ein in luckigen Flossen erzeugtes *weisses* Roheisen, und kommt dem gefrischten Zustande von allen am nächsten. Wir finden dieses Eisen, so wie das durch äussere Einwirkung entkohltere, an einigen Flächen von No. 2 und 3 am tiefsten in der magnetischen Reihe. Es scheint also, dass die an Kohle reicheren Eisensorten eine höhere Stelle, die an Kohle

Digitized by Google

ärmeren eine tiefere Stelle in der magnetiſchen Reihe einnehmen *).

Die angeführten *Stahlſorten* wichen in ihrem magnetiſchen Verhalten nicht merklich von einander ab, und lagen ſämmtlich unter dem Roheiſen No. 5.

44. In der Erregung des Magnetismus zeigten die dehnbaren und ſtreckbaren Metalle, namentlich *Gold* No. 1 und No. 2, *Silber*, *Kupfer* No. 2, *Zinn*, *Blei* und *Zink* ein gleiches Verhalten, ſie mochten in dem Zuſtande, wie ſie vom Guſs kamen, oder nachdem ſie durch Hämmern und Walzen zu einem dichteren Gefüge gebracht, mit einander oder mit den übrigen Metallen verbunden ſeyn; in beiden Fällen nehmen ſie die in § 31 angegebene Stelle in der magnetiſchen Reihe ein. Anders verhielten ſich diejenigen metalliſchen Körper, welche durch verſchiedene Art der Abkühlung, durch langſame oder plötzliche Erſtarrung in entgegengeſetzte Zuſtände von Sprödigkeit und Dehnbarkeit verſetzt worden.

Stahl, welcher glühend in kaltem Waſſer abgelöſcht worden, nahm jedesmal eine *höhere* (zwiſchen Platina No. 3 und Kupfer No. 2) Stelle in der magnetiſchen Reihe ein, als der *langſam* an der Luft abgekühlte. *Weiches graues* Roheiſen, auf dieſelbe Art behandelt, zeigte ein gleiches Verhalten (*langſam* abge-

*) Einer neuen Unterſuchung des Hr. Karſten (Denkſchrift d. K. Ak. zu Berlin für 1822—23 S. 40—82) zu Folge, bleibt dieſer Satz nur noch für die *weiſsen Roheiſen*, den *Stahl* und das *Stabeiſen* gültig, iſt aber nicht anwendbar auf das graue *Roheiſen*. Denn, ein Roheiſen aus *Malapane* in Schleſien, welches nach dieſer Unterſuchung nur 3,9 Procent Kohle enthält, wurde ſpäter an derſelben Stelle mit dem *weiſsen* Roheiſen No. 1 (welches 5,13 pr. Ct. Kohle enthält) gefunden; ja ein graues Roheiſen von *Broſely* in England von nur 2,8 pr. Ct. Kohle-Gehalt, ſtellte ſich noch höher in der Reihe, nämlich zwiſchen Platina No. 1 und Gold No. 1.

Digitized by Google

kühlt, ſteht es zwiſchen Meſſing No. 1 und Blei, *jähe* abgekühlt zwiſchen Platin No. 1 und Gold No. 1). Beide Körper konnten durch die entgegengeſetzte Art der Abkühlung mehrmals nach einander bald in die höhere, bald in die tiefere Stelle der Reihe verſetzt werden. Eine Alliage von 78 Th. *Kupfer* und 22 Th. *Zinn*, welches (d'Arcet's Entdeckung zu Folge) an der Luft *langſam* abgekühlt, ſpröde iſt, und nach *plötzlichem* Erkalten im Waſſer unter dem Hammer *ſtreckbar* wird, — nimmt nach der *langſamen* Abkühlung eine *höhere* (zwiſchen *Zinn* und Platin No. 3 befindlich) und nach der *jähen* Abkühlung eine *tiefere* Stelle (zwiſchen *Kupfer* No. 2 und *Gold* No. 2) in der Reihe ein. Auch dieſe Alliage konnte durch das angegebene Verfahren, mehrmals nach einander wechſelsweiſe höher und tiefer in der Reihe geſtellt werden *).

Alle drei Körper ſtehen alſo im *harten* und *ſpröden* Zuſtande, *höher*, im *weichen* und *dehnbaren* aber *tiefer* in der magnetiſchen Reihe, worüber das Original durch eine Tabelle noch ſpeciellere Auskunft giebt. **)

Die folgenden metalliſchen Körper wurden, ſowohl nach jäher als nach langſamer Abkühlung, an derſelben Stelle in der magnetiſchen Reihe gefunden:

Stabeiſen, Platin No. 1, Kupfer No. 2, Nickel, Platin No. 4, Gold No. 2, Silber, Alliage von 3 Th. Kupfer und 1 Th. Wismuth, von 1 Th. Kupfer und 3 Th. Antimon, von 1 Th. Kupfer und 1 Th. Antimon, von 3 Th. Kupfer und 1 Th. Antimon, und Alliage von 1 Th. Wismuth und 1 Th. Zinn.

*) Es iſt zu bemerken, daſs die Alliage bei dieſen Verſuchen nur bis zum ſchwachen Rothglühen erhitzt wurde. *Auf dem Bruche* erſcheinen die *langſam* abgekühlten Stücke (welche dem *Zinn* in der magnetiſchen Reihe nahe ſtehen) *feinkörnig* und *graulich weiſs*; die *plötzlich* im kalten Waſſer abgelöſchten (dem Kupfer No. 2 in Wirkung naheſtehenden) *grobkörnig* und *tombackbraun*; angefeilt aber haben beide eine *ſpeiſsgelbe* Farbe.

**) Die doppelte Stellung, welche Fiſcher's gelber Stahl in der Reihe einnimmt (§ 42), ſcheint auch eine Folge der ungleichen Abkühlung ſeiner Enden zu ſeyn. Das in der Reihe *höher* ſtehende war entſchieden *härter* als das andere.

(Fortſetzung im nächſten Heft.)

Digitized by Google

II.

Neue Beiträge zur Kenntniſs der Feuermeteore und der herabgefallenen Maſſen;

von

E. F. F. Chladni.

Fünfte Lieferung. (Beſchluſs.)

III. Beiträge zu den Nachrichten von Feuermeteoren.

Wiewohl ich in meinem Buche die Nachrichten von Feuermeteoren, bei welchen man keiner niedergefallenen Maſſen habhaft geworden iſt, erſt von etwas neuerer Zeit, wo man etwas beſſer beobachtet hat, angefangen habe, ſo halte ich doch nicht für unnütz, zwei ältere Nachrichten, ihrer Merkwürdigkeit wegen, hier vorauszuſchicken.

91 Jahre vor C. G. eine Feuerkugel, welche die Sonne verdeckte. *Oroſ.* V. 18. *Eutrop.* l. V. (Aus *Schnurrer's angef. Buche.*) Wird wohl ungefähr ſo geweſen ſeyn, wie die Feuerkugel, welche am 13. Januar 1793 um die Mittagszeit in England quer vor der Sonne vorüberging, nach dem *Gentleman's magazine*, Vol. 63, p. I. S. 8.

Nicht lange vor dem Jahre 814, als Carl der Groſse den letzten Feldzug gegen Gottfried, König der Dänen, machte, und eines Morgens vor Sonnen-Aufgang ausgeritten war, ſah er eine ſchnell vom Himmel mit ſtarkem Lichte herabfallende Fackel (oder Feuerkugel) von der rechten Seite nach der linken vorüberziehen, worüber ſein Pferd ſcheu ward,

Digitized by Google

dafs es niederſtürzte und ihn heftig zu Boden warf. Die Spange ſeines Mantels zerbrach, und ſein Wehrgehenk zerriſs, er aber ward ohne Mantel von den herbeieilenden Dienern aufgehoben. Der Wurfſpieſs, den er in der Hand hielt, entfiel ihm ſo, dafs er über 20 Schritt davon lag. Aus *Eginhardi vita Caroli Magni*, cap. XXXII, wo es unter den Vorzeichen zu ſeinem Tode aufgeführt wird.

1526, um 4 Uhr Nachmittags bei heiterem Himmel ſchoſs in der Nähe von Baſel ein Feuerſtrahl herab, und entzündete im dritten Thurme unter dem Aſchheimer Thore einige Tonnen Pulver. Wurstisen. Auch Erasmus beſchreibt es in einem ſeiner Briefe. (Aus *Fr. Schnurrer's angef. Buche.*) Da es bei heiterem Himmel ſoll geſchehen ſeyn, iſt es höchſt wahrſcheinlich kein Blitz, ſondern ein Feuermeteor von anderer Art geweſen.

1660, den 23. Februar, ein Feuermeteor zu Wittenberg geſehen. *Frider. Büttner, prodigium ignitum, die 23. Febr. 1660 observatum. Wittenb.* 1660. (Aus *Schnurrer's angef. Buche.*)

1792, den 18. April um 2½ Uhr Morgens zu Lima bei heiterem Himmel eine Feuerkugel. Unterwärts ſah man ſie zuerſt entzündet; ſie ſchien mit blaulichem Schatten (vermuthlich Rauch und Dampf) umgeben zu ſeyn. Sie ging ziemlich ſchnell nach S, und zerſtreute ſich mit einem furchtbaren Krachen. *Mercurio Peruano* t. VI, vom 6. Mai 1792, S. 15.

1820, den 12. October, kurz nach Sonnenuntergang, in der Kirgiſiſchen Steppe, SOwärts von Orenburg, eine niederwärts gehende, ſchnell an Gröſse zunehmende Feuerkugel. *Evermann's Reiſe von Oren-*

Digitized by Google

burg nach Buchara, herausgegeben von Lichtenſtein (Berlin 1823) S. 7.

1822, den 13. Juni um 7 Uhr Abends, ward bei Chriſtiania von dem Groſshändler M. Plöen eine kleine Feuerkugel, einer Rackete ähnlich, geſehen, die eine halbe Meile davon auf deſſen Landgute Hövig, etwa 100 Schritt von ſeinem Wohnhauſe niedergefallen war. Die Richtung war bei dem Falle von NW nach SO. Sie ward von mehreren Feldarbeitern geſehen, und noch einige Minuten nach dem Falle glaubten ſie eine Feuersbrunſt zu ſehen. Herr Profeſſor Esmark, der erſt 14 Tage nachher Nachricht davon erhalten hatte, begab ſich ſogleich nach Hövig, und unterſuchte die Stelle genau, konnte aber keinen Meteorſtein finden, wohl aber war einiger aufgehäufter Raſen etwas verbrannt, und ſechs Schritt davon war eine groſse hingewälzte Fichtenwurzel 1½ Zoll tief ins Holz verkohlt, und daneben lag weiſse Aſche. Bei dem Nachgraben in der Erde ward nichts von Verbrennung oder von einem Meteorſtein gefunden. Unter einem daneben ſtehenden 6 Fuſs hohen Birkenbuſche war Gras und dünnes Birkenreiſig zu Kohle verbrannt. Dabei fand ſich eine Höhlung in der Erde, einen Zoll im Durchmeſſer, von S nach N in ſchiefer Richtung gehend. Dieſe Höhlung nebſt der Erde umher ward auch unterſucht, ohne etwas zu finden. Aus einem Aufſatze des Herrn Profeſſor Esmark in dem zu Chriſtiania erſcheinenden ſehr lehrreichen *Magazin for Naturvidenskaberne af Lundt, Hansteen og Maschmann*, 1823, H. 1. S. 163. Es wird die Vermuthung geäuſsert, es möge ein blos elektriſches Meteor geweſen ſeyn; ich halte es aber für

Digitized by Google

den Niederfall einer brennenden bituminöſen Maſſe, wie in mehreren von mir angeführten Fällen geſchehen iſt, und da man keine Exploſion und kein Getöſe bemerkt hat, ſo iſt die Erſcheinung nicht unter die gröſsern Feuerkugeln zu rechnen, welche Meteorſteine oder Gediegeneiſenmaſſen geben, ſondern unter die Sternſchnuppenartigen Erſcheinungen, welche, ohne zu explodiren, an dem Orte des Niederfallens andere Subſtanzen zurücklaſſen. Es wird auch vermuthet, es möge mancher Waldbrand bei ſehr trockner Witterung, ſo wie auch der Brand der Grue-Kirche durch ein ſolches Meteor entſtanden ſeyn, welches gar nicht unwahrſcheinlich iſt, da ſchon mehr dergleichen Ereigniſſe Statt gefunden haben, die auch von mir ſchon ſind erwähnt worden.

1822, den 12. November, um 9½ Uhr Abends, zu Potsdam eine helle Feuerkugel mit Schweife, vom Herrn Director Klöden geſehen, wobei aber die ſcheinbare Nähe, ſo wie mehrmals geſchehen, eine optiſche Täuſchung geweſen ſeyn mag. Es ſollen noch 3 andere ähnliche Erſcheinungen an demſelben Abende ſeyn geſehen worden. An dieſem Tage und an dem folgenden zeigten ſich viele Sternſchnuppen, wobei es merkwürdig iſt, daſs eine groſse Sternſchnuppe oder kleine Feuerkugel die Straſse ſehr hell mit *gelbgrünem* Lichte erleuchtete. Mehr davon in dieſen *Annalen*, B. 78, S. 220.

1823, den 6. April um 10 Uhr Abends, zu Berlin eine ſehr glänzende Feuerkugel, nach NO gehend. Am Horizonte blitzte es (ohne Zweifel ſcheinbar, zufolge einer Exploſion des Meteors). *Bode's aſtronomiſches Jahrbuch auf 1827*, S. 149.

Digitized by Google

1823, den 22. Auguſt, um Mittag, ward, nach einer von Hansteen mitgetheilten Nachricht, im *Edinburgh Philos. Journal*, No. XXIV. vom 1. April 1825, p. 406, wahrſcheinlich zu Chriſtiania, eine durch das Feld des Teleſkopes langſam in einer ſchlangenförmigen Richtung gehende groſse Sternſchnuppe bei hellem Sonnenſcheine geſehen. Die Erſcheinung dauerte 1 bis 1½ Sekunde.

1824, den 9ten Juni, um 9 Uhr, 32½ Minuten Abends zu Leipzig ein Feuermeteor, erſt 45 bis 50° über dem Horizonte nach S, bewegte ſich nach W. Der Kern war etwa, wie das Doppelte des Jupiter, der Schweif 8 bis 12 mal länger, und nach S zugeſpitzt. Kein Geräuſch hörbar. *Annalen*, B. 78, S. 225. Auch bei Halle ward dieſes Meteor von Herrn Wilhelm Weber (Mitverfaſſer der Wellenlehre) geſehen, und der Durchmeſſer dem halben des Mondes gleich geſchätzt. Es erſchien in einer Höhe von 45°, ſtieg weſtlich bis zu einer Höhe von 80° und ſank wieder bis 60° herab, wo es in NW verſchwand. Die angegebene Bahn durchlief es in etwa 4 Minuten. Es rückte ſehr gleichförmig mit ſcheinbar langſamer, aber ſehr gut ſichtbarer Bewegung fort. (Aus der langen Dauer, und langſamen Bewegung iſt zu ſchlieſsen, daſs es möge in einer groſsen Höhe gegangen ſeyn.)

1824, in der Nacht vom 11. zum 12. Auguſt, ward in den Alpen (ohne Angabe der Gegend und der Stunde) eine Feuerkugel geſehen, welche die Erde 3 Minuten lang erleuchtete, und zu derſelben Zeit fühlte man Erſchütterungen in mehreren Gegenden von Italien, (ſo wie mehrmals durch Exploſionen einer Feuerkugel die Luft ſo erſchüttert worden iſt, daſs man

Digitized by Google

es für ein Erdbeben gehalten hat.) *Philos. magazine*, Oct. 1824, p. 315.

1824, den 13. September um $9\frac{1}{2}$ Uhr Abends zu St. Petersburg eine kleine Feuerkugel nach SW, die unter einem Winkel von etwa 35° nach der Seite von Wasili Ostrow, (alſo ungefähr nach NW zu) ging. Die Farbe der Kugel und des langen Schweifes war hellblau. *Bulletin universel p. Ferussac, Oct. 1825.* p. 279, aus der *St. Petersburger Zeitſchrift 1825, Februar*, S. 165.

1824, in der Nacht vom 13. zum 14. November ward zu Mainz eine Feuerkugel geſehen, und ein Erdbeben (eine Erſchütterung zufolge einer Exploſion) verſpürt. *Berliner Haude - und Spenerſche Zeitung*, No. 293, vom 13. Dezember 1824.

1825, den 9. November, Abends um $5\frac{1}{2}$ Uhr ſah man in Böhmen bei Radnitz, Biſchowitz, weſtlich von Woſſek und zu Rokitzan, wahrſcheinlich auch an mehrern Orten des Pilsner Kreiſes, eine Feuerkugel, die ſich, während ſie Feuerfunken ſprühte, von NW nach SO zog, und nach einer Weile gleich einer Rackete plötzlich verloſch. Herr Direktor Paul zu Radnitz, der ſich zu derſelben Zeit im freien Felde befand, hörte dabei ein rollendes Geräuſch in S, und es ſchien ihm, als ob die Feuerkugel in der Richtung von Prziwietiz aus in der Höhe von Rozmital verſchwunden ſey. Aus einem Berichte des Herrn Grafen Kaſpar von Sternberg, Präſidenten des Böhmiſchen Nationalmuſeums, aus Brzézina, welcher aus der *Prager Zeitung* auch in der *Frankfurter Oberpoſtamtszeitung* vom 5ten Dezember 1825 mitgetheilt iſt.

Digitized by Google

1824, den 16. November, Morgens gegen 2½ Uhr, bei Bonn, eine Feuerkugel mit weifslichem Lichte die Gegend erleuchtend, ging am öftlichen Himmel fcheinbar faft fenkrecht gegen den Horizont, liefs keine leuchtende Spur nach, man hörte auch keinen Knall. Herr Ob. Bergrath und Prof. Nöggerath giebt davon Nachricht in *Kaftner's Archiv für Naturkunde*, B. III. H. 2. S. 249.

1824, den 27. November, um 5 Uhr 4′ Abends, ward im Berauner Kreife in Böhmen (in derfelben Gegend, wo am 14. October der Meteorfteinfall war) ein Feuermeteor in der fcheinbaren Gröfse des Vollmonds gefehen, welches die ganze Gegend hell erleuchtete. Die Ränder deffelben glänzten mit einem bläulichen Lichte. Es blieb gegen 4 bis 5 Sekunden fichtbar, und bewegte fich von SO nach NW. Nach dem Verlöfchen zeigten fich noch einige grofse Funken, die ebenfalls fchnell verfchwanden. Aus einem Schreiben des Herrn Prof. Hallaschka in *Schumacher's aftronomifchen Nachrichten*, No. 70.

1824, den 27. November, ungefähr um 7½ Uhr Abends, fah man bei Erlangen eine Feuerkugel, ungefähr 10 bis 15 Grade füdlich vom Sternbilde der Caffiopea in der Richtung von SO nach NW herabfahren, und augenblicklich ohne hörbaren Knall verfchwinden. Sie zog einen beiläufig 8 Grad langen Schweif nach fich. Das Licht fiel mehr in das *Grünliche*, als in das Röthliche. Die Erfcheinung glich dem Fallen einer Rackete. Nach einem Schreiben des Herrn Medizinalrath Küttlinger in *Kaftner's Archiv für Naturkunde*, B. III. H. 2. S. 249.

1824, den 10. Dezember gegen 5 Uhr Abends, zu

Digitized by Google

Mans eine Feuerkugel, bei heiterem Himmel, von O nach Weſt gehend, dauerte 5 Minuten (wahrſcheinlich die Sichtbarkeit des nachgelaſſenen Schweifes mitgerechnet). *Berliner Zeitungen*, vom 27. Dezember 1824.

1824, den 15. Dezember, um 6 Uhr Morgens, zu Magdeburg, gegen Halberſtadt zu, eine Feuerkugel während eines heftigen Sturmes und Schneegeſtöbers, (welches damit in keiner Beziehung kann geſtanden haben), aus einer ſchwarzen Wolke (wahrſcheinlich von Rauche und Dampfe, oder hinter einer gewöhnlichen Wolke hervor) kommend, liefs einen feurigen Schweif nach ſich, und explodirte mit Krachen. *Preufsiſche Staatszeitung* No. 306 vom 29. Dezember 1824.

1824, den 17. Dezember, gegen 6½ Uhr Abends, zu Neuhaus in Böhmen, bei Hagel und Schneewetter, eine grofse Feuerkugel mit bläulichem Lichte, fiel auf den Kirchthurm, und zerſprang mit einem pfeifendſchneidenden Krachen. Ein Theil des Meteors verweilte auf dem Kirchthurmknopfe eine Viertelſtunde brennend, und verloſch dann von ſelbſt. (Da alſo ohne Zweifel etwas von bituminöſen Theilen herabgefallen iſt, ſo iſt dieſes Ereigniſs ſchon unter No. I. erwähnt.)

Ein ſolches Meteor zu derſelben Stunde, wahrſcheinlich daſſelbe (welches ſich nicht mit Gewiſsheit beſtimmen läſst, weil die Richtung nicht angegeben iſt), ward bei Tabor in Böhmen bei Schneegeſtöber geſehen, das mit einem heftigen, aber nicht donnerähnlichen Krachen (ſcheinbar) zu Boden fiel. *Berliner Haude- und Spenerſche Zeitung*, 1825, No. 7.

Digitized by Google

vom 10. Januar. (Unrichtig ist es übrigens, wenn man es mit Gewittern an demselben Tage hat in Verbindung bringen wollen, wiewohl es glaublich ist, dafs man hier und da bei trüber Witterung die Erscheinungen bei einer Feuerkugel möge für ein Gewitter gehalten haben.)

1825, den 2. Januar, gegen 5 Uhr Morgens, bei Valderno, nicht weit von Arezzo, ein Feuermeteor mit einem kegelförmigen Schweife, warf Funken, ging von W nach O, ohne hörbares Getöse. Aus der *Antologia Romana*, Febr. 1825, im *Bulletin des sciences par Ferussac*, Mai 1825, p. 303. Aus der Art der Erzählung sieht man, dafs der Berichterstatter ganz der Sache unkundig ist.

1825, den 17. Januar, Abends gegen 7 Uhr, zu Bromberg gegen SW am Horizonte eine ziemlich grofse Feuerkugel; sie verbreitete viel Licht, und verschwand an derselben Stelle mit unzählbaren Strahlen und Flammen, gleich einer Rackete. (Sie mufs also in einer von dem Orte der Beobachtung abwärts gehenden Richtung sich bewegt haben.) Es ward kein Knall gehört. *Preufsische Staatszeitung*, vom 24. Februar 1825.

1825, den 24. Januar, nach 10 Uhr Abends, zu Königsberg und in der Gegend eine kleine Feuerkugel in W, welche viel Glanz verbreitete. (Was man hernach für einen Blitz gehalten hat, wird wahrscheinlich eine in grofser Entfernung geschehene Explosion gewesen seyn.) *Kaſtner's Archiv für Naturkunde*, B. 5. H. 3. S. 383.

1825, den 3. Februar, um 5¼ Uhr Morgens, zu Nürnberg, bei Schneesturme eine hellglänzende Feuer-

Digitized by Google

kugel am nördlichen Himmel, welche in mäfsiger Erhebung über den Horizont in einer dem Schneefturme (mit dem fie in keiner Verbindung ftehen konnte) entgegengefetzten Richtung von O nach W flog. Bei ihrem Verfchwinden leuchtete fie hell auf, und es ertönte ein ftarker lange dauernder Donner. Die Wolken, welche den Himmel ganz bedeckt hatten, zertheilten fich nach dem Verfchwinden der Feuerkugel (vielleicht, weil fie meiftens aus nachgelaffenem Rauche und Dampfe des Meteors mochten beftanden haben, vielleicht auch, wenn es wirkliche Wolken waren, blos zufällig), und der Mond und die Sterne ftanden ganz klar am Himmel. *Kaftner's Archiv für Naturkunde*, B. 4. H. 2. S. 198, 199.

An demfelben Tage, um 11 Uhr Abends, zu Bremen plötzlich blendendes Licht, dem ein betäubender Knall folgte. In kurzen Intervallen erfolgten noch 3 heftige Schläge, mit (fcheinbarem) Blitz und Donner zugleich, welcher letztere nicht von dem gewöhnlichen Rollen begleitet war, und mehr einer Kanonade glich. (Aus diefen Umftänden läfst fich fchliefsen, dafs es kein Gewitter, fondern eine ganz in der Nähe explodirende Feuerkugel gewefen ift, die man wegen der trüben Witterung nicht genauer hat beobachten können.) *Berliner Zeitungen*, No. 36. vom 12. Februar 1825.

1825, den 4. Februar, um 5¼ Uhr Abends zu Kaffel während eines Schneegeftöbers am nördlichen Horizonte eine Feuerkugel von der fcheinbaren halben Gröfse des Mondes; fie ging pfeilfchnell in faft horizontaler Richtung von SW nach NO, und verbreitete ein glänzendes Licht.

Digitized by Google

1825, den 7. Februar (3 Tage nach dem vorher erwähnten Meteor), sah man ebendaselbst wieder eine Feuerkugel von blutrother Farbe. *Berliner Zeitungen*, vom 12. Februar 1825.

1825, den 28. Juli, um 9¾ Uhr Abends, sah man zu Frankfurt am Main am östlichen Himmel eine Feuerkugel, grofs, röthlich, mit einem weifsen, etwa 10 Mondsdurchmesser langen Nebelschweife, der durch das Sternbild der Andromeda in einem Winkel von 30° sich nach O zu gegen den Horizont senkte. Einer will dabei ein leises Krachen, wie von entferntem Musketenfeuer vernommen haben. Auch zu Bamberg hat man dieses Meteor nach NO und zu Stuttgart nach NNW gesehen (es mufs also eine Zikzakbewegung gemacht haben). In Hannover sah man es in O, ungefähr 10 bis 12 Grad hoch. Nach mehreren Zeitungsberichten, unter andern in der *Berliner Haude- und Spenerschen Zeitung*, No. 207, vom 12. September 1825.

1825, den 3. Augusti, ein Feuermeteor zu Meidling und Döbling im Oesterreichischen gesehen, von W nach O gehend, nach *Zeitungsnachrichten*.

1825, den 22. Augusti, um 11 Uhr Abends, sah man in Utrecht und in Amsterdam eine Feuerkugel von S nach N gehen, sehr glänzend. Bei dem Verschwinden hörte man ein entferntes Geräusch. *Berliner Haude- und Spenersche Zeitung*, No. 205. vom 3. September. An demselben Tage ward um 11 Uhr Abends eine Feuerkugel, höchst wahrscheinlich ebendieselbe, auch in Burgchemnitz, 5 Meilen nordwärts von Leipzig, gesehen, nach NNW zu, anfangs kleiner als der Mond, und hernach sich viel weiter ausbreitend, mit

Digitized by Google

ſehr hellem *grünen* Lichte, welche Nachricht mir der dortige Herr Pfarrer Jakobi mitgetheilt hat. (Aus dem an dieſer, und noch an einigen andern Feuerkugeln, unter andern noch an 2 hier erwähnten, bemerkten grünen Lichte möchte ſich wohl bei dieſen Meteoren etwas von Kupfergehalt vermuthen laſſen, welcher ſich auch ſchon bei einigen Meteormaſſen in einem geringen Verhältniſſe gezeigt hat, aber bei dem Meteorſteinfalle am 28. Mai 1677 ſcheint der Hauptbeſtandtheil geweſen zu ſeyn.)

1825, den 20. September, Abends um 9 Uhr ſah man in Hannover eine Feuerkugel, gröſser als der Vollmond, von O etwa 10° nördlich, ungefähr 20° hoch, Funken werfend, weiter ziehen. Einer ſah das Zerſpringen. Das Licht war gelb und blau. *Frankfurter Ober-Poſt-Amts-Zeitung*, vom 2. October. *Berliner Voſſiſche Zeitung*, vom 3. October. Auch in Leipzig wollen Einige eine Feuerkugel, wahrſcheinlich dieſelbe, an demſelben Abende geſehen haben, wovon ich aber keine genauern Nachrichten erhalten konnte.

1825, den 24. September, Morgens um 1 Uhr, bei heiterem Himmel und Mondſcheine, zu Leipzig eine Feuerkugel von dem dritten Theile des Monddurchmeſſers. Sie zeigte rothes Licht, wie der Mars, aber feuriger, war nicht ſcharf begränzt, und lieſs keinen Schweif nach ſich, ging von W nach O, ſchien in S ungefähr 55° hoch zu ſeyn, und verlöſchte ungefähr in einer Höhe von 48° ohne hörbaren Knall. Die Nachricht verdanke ich dem Herrn Profeſſor Seyfarth in Leipzig.

1825, den 17. October, Nachts um 1 Uhr zu Prag

Digitized by Google

eine ſehr groſse Feuerkugel; bei dem Zerſpringen hörte man einen Knall, wie von einem Böller, wodurch Viele aus dem Schlafe aufgeſchreckt wurden. *Aus Zeitungen*, unter andern der *Berliner Haude- und Spenerſchen Zeitung*, No. 252. vom 28. October 1825.

1825, den 19. October, um 8¼ Uhr Abends, eine Feuerkugel, zu Berlin geſehen, hoch in S, ging ſchnell von W. nach N, ſich etwas abwärts ſenkend. Man hat kein Zerſpringen geſehen und keinen Knall gehört.

1825, den 22. October, Abends gegen 7 Uhr ſah man bei Höxter ein Feuermeteor nach NW. Nach *Zeitungsberichten.*

1825, den 4. November, Abends gegen 9 Uhr bei Halle ein Feuermeteor nach NW.

1825, den 5. November, Abends, 5 Minuten vor 7 Uhr ſah Herr Wilhelm Weber nebſt Andern zwiſchen Merſeburg und Halle in NNW ein Meteor von ganz weiſsem blendenden Lichte; es ſtieg nicht ganz 10° über den Horizont, und zerplatzte ohne hörbaren Knall, wobei die Funken nach allen Seiten ſprühten. Die Erſcheinung dauerte etwa nur 15 Sekunden.

1825, den 1. Dezember, etwas nach 5 Uhr Abends ſah man zu Berlin, in der Richtung der Spree abwärts, eine Feuerkugel, in der Gröſse des Vollmondes, die ſtill zu ſtehen ſchien, (weil ſie in der Richtung des Beobachters mag gegangen ſeyn) das Licht war röthlich und etwas matt. Etwa nach einer halben Minute legte ſich ein ſchwarzer Streif (vermuthlich von ausgebrochenem Dampf) vor, und nach ein Paar

Digitized by Google

Sekunden verſchwand die Kugel. Hernach ſah man hinter einer dunkeln Wolke einen hellen Schein. Aus der *Berliner Voſſiſchen Zeitung*, im *Frankfurter Journal* vom 12. Januar 1826.

1825, den 10. Dezember, früh um 5 Uhr, bei Halle ein Feuermeteor, einer etwas matten Rackete ähnlich, an der Nordſeite des Himmels von W nach O ſcheinbar horizontal gehend, von dem Gutsbeſitzer, Herrn von Lehmann geſehen.

1825, den 18. Dezember, um 8 Uhr 40′ Abends ſah Herr Doctor Buch in Frankfurt am Main bei einer ſehr beſchränkten Ausſicht ein Feuermeteor an der Nordſeite des Himmels von O nach W langſam ziehen. Verſchiedene verſichern auch, daſs ſie dort an demſelben Tage ungefähr 2 Stunden früher auch nach SO zu eine Feuerkugel mit einem Schweife geſehen haben.

Es iſt Schade, daſs man bei uns ſo wenig aufmerkſam auf ſolche Naturerſcheinungen iſt, und keine hinreichend genaue Beobachtungen ſolcher Meteore liefert, daſs aus correſpondirenden Beobachtungen der aus verſchiedenen Standpunkten geſehenen ſcheinbaren Bahn die wahre Bahn u. ſ. w. könnte durch Berechnungen gefunden werden. In manchen andern Gegenden hat man ſolche Erſcheinungen weit beſſer beobachtet, beſonders ſchon früher in England, wo wir ſo viele gute Zuſammenſtellungen von Beobachtungen, nebſt Berechnungen der Bahn, Geſchwindigkeit, Gröſse u. ſ. w. durch Halley, Pringle, Blagden und Andere erhalten haben, und auch in neuerer Zeit in Nord-Amerika, wo Bowditch und

Digitized by Google

James Dean ſich um dieſen Gegenſtand ſehr verdient gemacht haben. Sogar, bei dem bekannten Meteor, welches den groſsen Steinfall bei Weſton in Connecticut gab, am 14. Dezember 1807, waren an dieſem Wintermorgen früh um $6\frac{1}{2}$ Uhr, wo bei uns die Meiſten noch ſchlafen, ſchon genug verſtändige Leute bei der Hand, die ſo gute Beobachtungen lieferten, daſs Bowditch ſeine Berechnungen darauf gründen konnte. Warum kann ſo etwas bei uns nicht auch geſchehen? Wer alſo Gelegenheit hat, gute Beobachtungen ſolcher aus verſchiedenen Standpunkten geſehenen Meteore zu ſammeln, bei welchen die Richtung, die Höhe, der Punkt des Erſcheinens oder des Verſchwindens u. ſ. w. genau bemerkt ſind, am beſten durch Vergleichung mit der Lage gegen gewiſſe Sterne, oder auch allenfalls durch Schätzung, und durch Vergleichung der Lage mit einem Hauſe oder einem Baume, aus einem gewiſſen Standpunkte betrachtet, der thue es, wobei es wohl am beſten ſeyn möchte, ſolche geſammelte Beobachtungen hernach an Herrn Profeſſor Brandes zu ſchicken, der zu ſolchen Berechnungen und Unterſuchungen mehr als Andere geeignet iſt.

IV. Bemerkungen über Feuermeteore und herabgefallene Maſſen.

Aeuſserſt merkwürdig ſind die Reſultate der neueren Sternſchnuppenbeobachtungen des Herrn Profeſſor Brandes, welche er im erſten Hefte ſeiner *Unterhaltungen für Freunde der Aſtronomie und Phyſik* (Leipzig, bei Joh. Ambr. Barth) bekannt gemacht hat, und wovon auch ſchon in dieſen *Annalen*, B. 78, S. 421 Einiges von ihm kurz angedeutet iſt. Er fand

Digitized by Google

nämlich bei der Zuſammenſtellung der Bahnen, daſs diejenige Richtung vorherrſcht, welche der Erde in ihrer Bewegung entgegengeſetzt iſt, ſo wie es auch ſeyn muſs, wenn dieſe Maſſen von auſsen bei uns anlangen, und vorher im Weltraume ſich nach allen möglichen Richtungen bewegten. Unter 36 Bahnen waren 26 abwärts geneigte, 9 aufwärts gehende und eine horizontale. In Hinſicht des Azimuths zeigte ſich die Richtung nach Südweſt, oder vielmehr die nach 55° weſtlich, als die vorwaltende. Es fanden ſich nämlich unter 34 Bahnen in dem Quadranten, in deſſen Mitte 55° weſtlich ſich befindet, zwiſchen 10° und 100° weſtl. Azimuth 15; in dem entgegengeſetzten von 80° bis 170° öſtl. Azimuth nur 3; und in den beiden andern waren in dem einen 7, in dem andern 9. Bei Vergleichung für die Sextanten des Kreiſes iſt es noch auffallender; es befanden ſich nämlich in dem, wo 55° weſtlich in der Mitte liegt, alſo von 25° bis 85° weſtlich 12 Bahnen; in dem entgegengeſetzten nur 2; in den beiden Sextanten, welche jenem erſten am nächſten liegen, in einem 6, im andern 9; in den beiden Sextanten, die entfernter von dem erſten liegen, in einem 3, in dem andern 2. Bei weitern Berechnungen der Richtung, in welcher ſich die Erde zur Zeit der Beobachtung bewegte, zeigte ſich die Verbindung einer vorherigen eigenthümlichen Bewegung dieſer Maſſen mit der Bewegung der Erde noch deutlicher, da in dem Octanten, welcher dieſer Richtung gerade gegenüber ſtand, gar keine Sternſchnuppe ging, und in den, welche dieſer Richtung zunächſt waren, nur in dem einem 2 und in dem andern 3. Die Geſchwindigkeit war gewöhnlich 4 bis 8 Meilen in einer Se-

Digitized by Google

kunde. Da die Erde ungefähr mit 4 Meilen Geſchwindigkeit fortrückt, ſo wird mit Recht bemerkt, daſs die, deren eigenthümliche Bewegung nach Weſt geht, ſich ſcheinbar ſchneller, und die nach O gehenden ſcheinbar langſamer bewegen muſsten; ob es aber ſo iſt, lieſs ſich aus den Beobachtungen noch nicht beſtimmen. (Ich zweifle nicht, daſs es ſich bei fortgeſetzten Beobachtungen, wenn man auf dieſen Umſtand beſonders aufmerkſam ſeyn will, auch ſo finden werde.) Die gefundene Höhe war von 1 Meile bis weit über 50 Meilen über der Erde. Die Gröſse, wo ſie ſich einigermaſsen beſtimmen lieſs, welches immer ſehr unſicher iſt, war bei einer über 120 Fuſs, wo der noch mehrere Sekunden lang ſichtbare Schweif einen Cylinder von demſelben Durchmeſſer und von 3 bis 4 Meilen Länge bildete; bei einer über 100 Fuſs, und bei einer über 80 Fuſs. Die Länge der ſichtbar durchlaufenen Bahn war bei einer nur ½ Meile, bei einer andern 1 Meile, bei den übrigen aber von 2 bis 40 Meilen. Bei einer Sternſchnuppe ward ein Zerſpringen beobachtet (dergleichen ich auch ſchon geſehen habe). Eine hatte eine ſehr in einen Bogen gekrümmte Bewegung. Eine, die faſt vertikal 20 Meilen (von 45,7 bis 24,8 Meilen Höhe) herabging, und an der Küſte der Oſtſee nahe bei dem Rigaiſchen Meerbuſen muſs im Zenith geweſen ſeyn, würde haben können von Schleſien bis nach Lappland, und von Chriſtianſand in Norwegen bis nach Twer in Ruſsland geſehen werden. Bisweilen ſchien eine gewiſſe Uebereinſtimmung der Richtung bemerkbar zu ſeyn, bisweilen aber nicht. Einmal gingen zwei gleich nach einander ſo, daſs ihr wahrer Ort im Raume nahe zuſammen-

Digitized by Google

ſtimmte. In niedrigeren Gegenden der Atmoſphäre, etwa in 1 bis 2 Meilen Höhe, ſcheinen nur kleinere Sternſchnuppen ſich zu zeigen. Mit der Witterung ſcheinen ſie in keiner Verbindung zu ſtehen. (Recht ſehr wäre zur Vermehrung und Berichtigung unſerer Kenntniſſe von dieſem für die Kosmologie ſo wichtigen Gegenſtande zu wünſchen, daſs Herr Profeſſor Brandes genug Geduld, Luſt und körperliche Ausdauer behalten möge, um in der Folge einmal wieder ſolche allerdings ſchwierige und mühſame, aber deſtomehr verdienſtliche Beobachtungen anzuſtellen, und daſs er recht viele eifrige und thätige Mitarbeiter finden möge. Es wäre auch recht gut, wenn in England die Herren John Faray und Benjamin Bevan uns noch mehr von Sternſchnuppen-Beobachtungen und deren Reſultaten mittheilen wollten, als in *Nicholson's Journal of natural philosophy*, Vol. 34. p. 298 geſchehen iſt.)

Mit der von mir ſchon im Jahre 1794, und auch früher von Pringle, Halley, Wallis, Maskelyne, Rittenhouse und einigen Andern behaupteten Ankunft der meteoriſchen Maſſen aus dem allgemeinen Weltraume (welche doch endlich immer allgemeiner angenommen werden muſs, da dieſer Urſprung mit allen Beobachtungen übereinſtimmt, aber der von Manchen, welche die dabei beobachteten Umſtände beſonders in Anſehung der Bahn und Bewegung nicht gehörig kennen und erwägen, oder mit der fixen Idee behaftet ſind, daſs jeder Weltkörper etwas ganz Abgeſchloſſenes ſeyn müſſe, behauptete atmoſphäriſche Urſprung ganz und gar der Natur widerſpricht), zeigen ſich in neuerer Zeit immer mehrere ausgezeich-

Digitized by Google

liete Aſtronomne und Phyſiker einverſtanden. So hält z. B. Flaugergues (*Annales de Chimie* t. XVII. und *Annalen der Phyſik*, B. 69. S. 421) bei Gelegenheit des Meteorſteinfalles bei Juvenas die Feuermeteore für kleine Kometen- oder Planetenartige Körper, denen die Erde auf ihrem Wege begegnet *). Ungefähr ebendaſſelbe äuſsert Herr Baron von Zach in ſeiner *Corréspond. astron.* 1822, No. V. wie auch M. C. Bailly in ſeinem *Résumé complet d'Astronomie*, Paris 1825. Al. Volta hat auch in der Sitzung des k. k. Inſtituts zu Mailand am 31. Dezember 1822 einen Aufſatz vorgeleſen, worin er die Feuermeteore als kleine ſich im Weltraume bewegende Körper anſieht.

Zu den vorzüglichſten die meteoriſchen Maſſen betreffenden Forſchungen gehören auch Herrn Hofr. Stromeier's Analyſen des in der Pallaſiſchen und ähnlichen Gediegeneiſenmaſſen enthaltenen Olivins,

*) Es wird hierbei die Vermuthung geäufsert, dafs die als Schlakken auf der Flüſſigkeit, welche die Sonne bedeckt (?) ſchwimmenden ſogenannten Sonnenflecken könnten von der Sonne durch eine uns unbekannte Kraft ſchief fortgeſchleudert werden, und ſo lange um die Sonne kreiſen, bis ſie von einem Planeten angezogen, auf ihn herabfielen. Dieſe Vermuthung kann aber nicht angenommen werden, 1) weil die Sonne eine viel zu ſtarke Anziehung hat, als dafs es wahrſcheinlich wäre, dafs etwas ſo weit könnte weggeſchleudert werden, 2) weil der Widerſtand der Sonnenatmoſphäre, welche auf der Oberfläche wohl 780 mal dichter ſeyn mufs, als unſere Atmoſphäre, eine ſo ungeheure Wurfkraft erfordern würde, dafs man es ſchon deshalb als unglaublich anſehen kann, 3) hauptſächlich deshalb, weil durch eine ſolche Wegſchleuderung, wenn ſie auch noch ſo ſchief geſchähe, doch kein planeten- oder kometenartiger Umlauf könnte bewirkt werden, indem das Perihelium doch immer wieder auf die Sonne ſelbſt fallen würde, weshalb alſo die urſprüngliche hernach durch die Anziehung der Sonne umgeänderte Bewegung eines um die Sonne kreiſenden Körpers nicht kann von innen nach aufsen, ſondern von aufsen in einer tangentialen Richtung gegangen ſeyn. Die von Buffon vorgetragene Idee, dafs die Planeten ſollen von der Sonne ausgeſchleudert ſeyn, welcher Manche noch immer anhängen, iſt alſo ganz und gar nicht der Natur gemäfs. *Chl.*

Digitized by Google

in Vergleichung mit dem Olivin aus Baſalten und mit dem Chryſolith. Die Hauptreſultate ſind: 1) daſs alle von ihm zerlegten Olivine aus Baſalten und Chryſolithe Nickeloxyd enthielten, 2) daſs in dem Olivin oder Chryſolith der Gediegeneiſenmaſſen ſich gar kein Nickel befindet, 3) daſs Olivin, Chryſolith und die Steinart in den Gediegeneiſenmaſſen zu einer und derſelben Species gehören. Ueber dieſe Analyſen hat Herr Hofr. Stromeier in der Verſammlung der königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Göttingen an deren Stiftungstage 1824 eine Abhandlung vorgeleſen, von welcher ein Auszug in den *Göttingiſchen gelehrten Anzeigen* 1824, St. 208 und 209 vom 27. Dezember 1824 ſich befindet, aus welchem das Weſentlichſte auch in dieſen *Annalen*, B. 80. S. 193 f. mitgetheilt iſt.

Ueber die in den Meteorſteinen vorkommenden kryſtalliſirten Mineralien hat mein ſehr verehrter Freund, Herr Guſtav Roſe, in dieſen *Annalen*, B. 80. S. 173 f. intereſſante Beobachtungen bekannt gemacht, beſonders über die in dem Meteorſteine von Juvenas. Der braune Beſtandtheil zeigte ſich als *Augit*, der weiſse unterſchied ſich vom Albit durch einen geringern Antheil von Natrum, und kam hierin, ſo wie auch in der Form und dem Verhalten vor dem Löthrohre mit dem *Labrador* überein; die gelben Blättchen lieſsen ſich der Form nach nicht beſtimmen. Das metalliſche Foſſil ſchien *Magnetkies* zu ſeyn. Das Ganze dieſes Meteorſteins findet er dem *Dolerit* vom Meisner in Heſſen ſehr ähnlich. Auch hat er die Kryſtalliſationen des Olivins oder Chryſoliths in dem Pallaſiſchen Eiſen genau gemeſſen. Dieſe Beobachtungen des Herrn Guſtav Roſe hat auch Herr Baron von

Digitized by Google

Humboldt dem französischen Institute am 18. April 1825 und der pharmaceutischen Gesellschaft zu Paris am 16. Mai 1825 mitgetheilt.

Von der in meinem Buche S. 374 weiter erwähnten bituminösen Substanz, welche 1796 den 8. März um 10¼ Uhr Abends in der Oberlausitz mit einem explodirenden Feuermeteor niedergefallen oder vielmehr davon wie abgetropft ist, habe ich, wiewohl ich nur eine sehr kleine Portion davon besitze, etwas weniges Herrn Professor John in Berlin zur Analyse gegeben, welcher sie auch, so gut es bei einer so geringen Quantität sich thun liefs, untersucht hat. Er fand darin — ein balsamisches weiches Harz, auflöslich in gemeinem und absolutem Alkohol — eine eigenthümliche Säure und — Wasser. Von Schwefel, den ich darin vermuthet hatte, so wie auch von Schwefelsäure fand sich nicht die mindeste Spur.

In meinem Buche *über Feuermeteore und herabgefallene Massen* habe ich S. 189 von der fabelhaften Volkssage der Morgenländer geredet, nach welcher in der Wolke (von Rauch oder Dampf), aus welcher Meteorsteine kämen, der aus Tausend und einer Nacht und andern Erzählungen bekannte Vogel Rok stecken, und glühende Steine im Schnabel und in den Krallen halten soll, und dafs das Getöse des Meteors von dem Geschrei und dem Flügelschlage dieses Vogels herrühre, worüber auch *Voyages de Sind-bâd, traduits par Langlès* p. 76 und *Annales de Chimie* t. IX. p. 416 nachzusehen sind. Diese Volkssage habe ich zur Erklärung der Stellen im *Koran*, Sura 8, v. 16 und Sura 103, v. 3 u. 4 und in dessen Commentatoren *Dschelaleddin* und *Ismael* angewendet, wo von einem höchst-

Digitized by Google

wahrſcheinlich um das Jahr 570 bei Beder in Arabien geſchehenen Meteorſteinfalle die Rede iſt. In meiner *Vierten Lieferung Neuer Beiträge*, in *Annalen*, B. 78. S. 157 habe ich aus einem Aufſatze des Herrn von Hammer in der *Steiermärkſchen Zeitſchrift*, H. 1. S. 73, auch bemerkt, daſs der auf Perſiſchen Münzen vorkommende Vogel des Ormuzd, welcher den Donnerkeil in ſeinen Klauen hält, ſo wie auch der Adler des Jupiter, wahrſcheinlich dem Vogel Rok analog ſind, und auf das ſchon in ältern Zeiten bekannt geweſene Niederfallen meteoriſcher Maſſen ſich zu beziehen ſcheinen. Nun kommen auch in abendländiſchen Nachrichten, wie ich hier unter No. I. bemerkt habe, ſolche Vögel mit glühenden Steinen oder Kohlen in den Schnäbeln und Krallen zu 3 verſchiedenen Malen vor, nämlich in den Jahren 1189, 1191 und 1226; es iſt alſo zu vermuthen, daſs ein ſolcher Mythus mag ſeyn nach den abendländiſchen Gegenden durch zurückgekehrte Kreuzfahrer aus dem Orient mitgebracht worden. Aus dieſer Uebereinſtimmung ergiebt ſich noch mehr, daſs die angeführten Stellen im Koran und in deſſen Commentatoren von einem Meteorſteinfalle, durch welchen einige Feinde ſollen ſeyn getödtet worden, zu verſtehen ſind, und nicht etwa blos allegoriſch von ſchwarzen Blattern, wie einige Ausleger, die keine Kenntniſſe von Meteorſteinfällen haben mochten, ſie wollten verſtanden wiſſen.

Chladni.

Digitized by Google

III.

Ueber den Epiſtilbit, eine neue zur Familie der Zeolithe gehörige Mineralgattung;

von

GUSTAV ROSE.

(Hierzu die Kupfertafel No. IV.)

Die Kryſtalle des Epiſtilbits ſind 2- und 2 gliedrig. Man kann zur Grundform ein Rhombenoctaeder annehmen, in welchem die 3 Axen *a*, *b*, *c* (Fig. 1) ſich zu einander verhalten wie

$$\sqrt{2{,}022} : \sqrt{11{,}886} : 1.$$

Die beobachteten Formen ſind ein ſehr geſchobenes Prisma *M*, an den Enden mit flachen Zuſchärfungen *s*, die auf die ſcharfen Seitenkanten des Prismas aufgeſetzt ſind, und mit Abſtumpfungen *t* der Ecken an den ſtumpfen Seitenkanten, die einen Rhombus bilden (Fig. 2). Aus dieſer Lage der Kanten folgt alſo, daſs die 3 Flächen *M*, *s*, *t*, die Abſtumpfungen der Kanten eines Rhombenoctaeders ſind; und es iſt daſſelbe, welches zur Grundform angenommen iſt, obgleich ſeine Flächen ſelbſt nicht vorkommen. In andern Kryſtallen bilden die Flächen *t* die Zuſchärfungen der Enden, die Flächen *s* ſind zurückgedrängt, und bilden Abſtumpfungen der Ecken an den ſcharfen Seitenkanten, die auch einen Rhombus bilden (Fig. 3). Oefter treten auch noch ſchmale Abſtumpfungen der Kanten zwiſchen *s* und *M* hinzu, die in die Diagonalzone von *t* fallen.

Die Formeln der verſchiedenen Flächen ſind:

Digitized by Google

$$M = \left|\overline{a : b : \infty c}\right|$$

$$r = \left|\overline{\infty a : b : \infty c}\right|$$

$$t = \left|\overline{a : \infty b : c}\right|$$

$$s = \left|\overline{\infty a : b : c}\right|$$

$$u = \left|\overline{a : \tfrac{1}{2}b : c}\right|$$

Die Neigung von	M	gegen	M	beträgt	135°	10′
"	"	"	M	"	r	"	112	25
"	"	"	M	"	t	"	122	9
"	"	"	M	"	s	"	96	6
"	"	"	t	"	t	"	109	46
"	"	"	t	"	u	"	154	51
"	"	"	t	"	s	"	141	47
"	"	"	s	"	s	"	147	40

Einfache Kryſtalle ſind ſelten, gewöhnlich kommt der Epiſtilbit in Zwillingskryſtallen vor, die ähnlich denen des Weiſsbleierzes gebildet ſind, und eine Seitenfläche M gemein haben. Fig. 4 ſtellt einen ſolchen Zwilling in ſchiefer, Fig. 5 in horizontaler Projection dar. Die Zuſchärfungsflächen s der beiden in dem Zwillinge verbundenen Kryſtalle bilden in der Kante x einen ausſpringenden, und in der Kante x' einen einſpringenden Winkel von 167° 48′. Die Abſtumpfungsflächen der ſcharfen Seitenkanten r treten hier gewöhnlich hinzu, und bilden in der Kante y einen Winkel von 135° 10′ wie die Seitenflächen ſelbſt *).

Der Epiſtilbit hat einen ſehr deutlichen Blätterdurchgang, parallel mit der Abſtumpfung der ſcharfen Seitenkante r und einen unebenen Querbruch. Die Flächen M ſind glänzend, aber uneben und nicht meſsbar mit dem Reflexionsgoniometer, die Flächen s ſind

*) Nach dieſem letztern Winkel am Zwillingskryſtall, wie auch nach dem von 109° 46′, unter welchem die Flächen t gegeneinander geneigt ſind, habe ich die übrigen berechnet.

Digitized by Google

matt, *t* und *r* glatt und glänzend. *M* und *t* haben Glasglanz, *r* ſtarken Perlmutterglanz. Der Epiſtilbit iſt von Farbe weiſs, und durchſichtig bis an die Kanten durchſcheinend.

Die Härte iſt 4,5, zwiſchen Fluſsſpath und Apatit. Das ſpec. Gewicht 2,249 nach einem Verſuche, wo mehrere kleine Stücke, und 2,250, nach einem andern, wo ein einzelnes gröſseres Stück gewogen wurde. Die Temperatur bei beiden Verſuchen 10° R.

Vor dem Löthrohe verhält ſich der Epiſtilbit wie der Stilbit und Heulandit. Im Kolben mit dem Löthrohre erhitzt, ſchwillt er ſtark an und giebt Waſſer, eben ſo ſchwillt er auch auf der Kohle an, und bildet ein blaſenvolles Email, ohne ſich zu einer Kugel zuſammenſchmelzen zu laſſen. Von Borax wird er in groſser Menge zu einem klaren waſſerhellen Glaſe aufgelöſt; von Phosphorſalz wird er zerſetzt und bildet ein klares Glas, worin die Kieſelerde unaufgelöſt ſchwimmt. Mit Soda bildet er ein klares, blaſenvolles Glas. Mit Kobaltſolution befeuchtet, wird das Email blau.

Der Epiſtilbit iſt auflöslich in concentrirter Salzſäure, mit Hinterlaſſung eines feinen, körnigen Pulvers von Kieſelerde. Das geglühte Pulver des Epiſtilbits iſt in Säuren gänzlich unauflöslich.

Die chemiſche Zuſammenſetzung iſt nach einer damit angeſtellten Analyſe folgende:

		Sauerſtoffgehalt.	
Kieſelerde	58,59	30,44	12
Thonerde	17,52	8,18	3
Kalkerde	7,56	2,12	1
Natron	1,78	0,45	
Waſſer	14,48	12,87	5

Digitized by Google

Die mineralogiſche Formel daher

$$\left.\begin{matrix} N \\ C \end{matrix}\right\} S^3 + 3\,AS^2 + 5\,Aq.$$

Der Epiſtilbit findet ſich auf Island und den Faröer Inſeln in den Höhlungen eines Mandelſteins. Die Kryſtalle ſind theils auf einer derben Maſſe mit körnig abgeſonderten Stücken, theils einzeln und mit Heulandit auf den Wänden der Höhlungen ſelbſt aufgewachſen.

Ich hatte dieſe Gattung ſchon vor mehreren Jahren in der Königlichen Mineralienſammlung in Berlin geſehen, und ihre Form beſtimmt. Herr Prof. Weiſs hatte ſchon früher einige Stücke mit Zwillingskryſtallen, die indeſs nicht ſehr deutlich waren, beſonders geſtellt und für eine neue Varietät des Blätterzeoliths gehalten. Die Charaktere, wodurch ſich die Subſtanz als eine neue Gattung erwies, wurden an kleinen einfachen Kryſtallen beſtimmt; die mit gröſsern Kryſtallen des Heulandits zuſammen vorkommen. Ich fand ſpäter 1824 den Epiſtilbit wieder in Paris in der Privatſammlung des Königs, wo Herr Graf von Bournon ſie auch ſchon als etwas Neues ausgezeichnet hatte. Ich ſtellte auch mit dieſen Kryſtallen Meſſungen an, was mir Hr. v. Bournon gern erlaubte. Die Meſſungen ſtimmten mit den früheren, aber ich ergreife mit Freuden dieſe Gelegenheit, um auch öffentlich dem Hr. v. Bournon meinen innigſten Dank auszuſprechen, für die auſserordentliche Liberalität, mit welcher er mir verſtattet, hat die unter ſeiner Direction ſtehende Sammlung nicht nur durchzuſehn, ſondern auch die darin befindlichen Kryſtalle zu meſſen.

Die Kryſtalle des Epiſtilbits haben viel Aehnlich-

Digitized by Google

keit mit denen des Stilbits (Strahlzeoliths) und des Heulandits (Blätterzeoliths), und ſind auch wohl mit dieſen bisher immer verwechſelt worden. In Bezug auf dieſe Aehnlichkeit iſt ihnen der Name Epiſtilbit gegeben. Der Stilbit und Heulandit haben wie dieſer einen einfachen blättrigen Bruch, einen eben ſo ſtarken Perlmutterglanz auf demſelben, denſelben Glasglanz auf den übrigen Flächen, die auch meiſtens ſo uneben ſind. Doch unterſcheiden ſie ſich durch ein geringeres ſpecifiſches Gewicht, das ich beim Stilbit = 2,145 = 2,176 bei einer Temperatur von 8° R. und beim Heulandit = 2,211 bei einer Temperatur von 6° R. fand, durch eine geringere Härte, die bei beiden noch unter der des Fluſsſpathes iſt; beſonders aber durch ihre Form. Der Stilbit und Epiſtilbit gehören zwar zu einem gleichen Kryſtalliſationsſyſtem, doch ſind ihre Winkel mit einander unvereinbar, und der Heulandit iſt 2 und 1 gliedrig, alſo auch ſchon in ſeinem Kryſtalliſationsſyſtem von den andern verſchieden. Ich habe zur Vergleichung eine Zeichnung vom Stilbit Fig. 6 und eine vom Heulandit Fig. 7 hinzugeſetzt, wobei die Figuren in Mohs Mineralogie zum Grunde gelegt ſind. Der Epiſtilbit iſt ferner ausgezeichnet durch ſein häufiges Vorkommen in Zwillingskryſtallen, die bei keiner der andern Gattungen beſchrieben ſind. Von dem Stilbite kommen zwar kreuzförmige Zwillingskryſtalle vor, und Herr Allan zeigte mir davon in Edinburg ein ſehr deutliches Stück, welches er ſelbſt von den Faröer Inſeln mitgebracht hatte, doch finden ſich dieſe nur äuſserſt ſelten. Der Stilbit und Heulandit haben weiter auch eine andre chemiſche Zuſammenſetzung, indem die des erſtern nach Hiſin-

Digitized by Google

gers Analyse durch die Formel $CS^3 + 3\,AS^3 + 6\,Aq$, die des letztern nach Walmstedts Analyse durch die Formel $CS^3 + 4\,AS^3 + 6\,Aq$ ausgedrückt werden kann. Sie enthalten nach diesen Chemikern:

	Der Stilbit	Der Heulandit
Kieselerde	58,10	60,07
Thonerde	16,00	17,08
Kalkerde	9,20	7,13
Eisenoxyd	0,00	0,20
Wasser	16.40	15.10
	99,70	99,58

Die Analyse des Epistilbits war einfach. Er wurde in Salzsäure aufgelöst, die Kieselerde, die als körniges Pulver zurückblieb, wurde filtrirt, die Thonerde aus der Flüssigkeit durch kaustisches Ammoniak und die Kalkerde darauf durch oxalsaures Ammoniak präcipitirt. Die erhaltene Thonerde wurde wieder in Salzsäure aufgelöst, und von der geringen Menge Kieselerde, die sie enthielt getrennt. Der erhaltene oxalsaure Kalk wurde geglüht, mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet, getrocknet, und als kohlensaurer Kalk bestimmt. Die zurückgebliebene Flüssigkeit wurde zur Trockne abgedunstet, die trockne Masse wieder aufgelöst, die zurückgebliebene Kieselerde filtrirt und die Flüssigkeit zum Krystallisiren hingestellt. Es schossen ganz deutliche Würfel an, die sich wie Krystalle von Kochsalz verhielten, da sie an der Luft nicht zerflossen, und weder in Alcohol aufgelöst in einer Auflösung von salzsaurem Platin in Alcohol einen Niederschlag, noch in Wasser aufgelöst, in einer Auflösung von Weinsteinsäure in Wasser einen Niederschlag hervorbrachten.

Digitized by Google

Die angegebene Waſſermenge iſt das Mittel aus 2 Verſuchen, von welchen der eine ſie auf 14,72, und der andre ſie auf 14,25 beſtimmte.

Ich habe noch eine andre Analyſe mit dem Epiſtilbit gemacht, die folgendes Reſultat gegeben hat.

		Sauerſtoffgehalt.
Kieſelerde	60,28 . .	31,31
Thonerde	17,36 . .	8,11
Kalk	8,32 . .	2,34
Natron	1,52 . .	0,39
Verluſt	12,52 . .	11,34

als Waſſer genommen.

Der Waſſergehalt iſt nach dieſer Analyſe kleiner, und der Kieſelerdegehalt gröſser, als er nach der Formel $\left.\begin{matrix}C\\N\end{matrix}\right\} S^3 + 3\,AS^3 + 5\,Aq$ ſeyn müſste. Dieſs rührt aber daher, daſs ich bei dieſer Analyſe den Epiſtilbit, um ihn leichter in Salzſäure auffchlieſsen zu können, ſehr fein rieb und ſchlämmte, und das geſchlämmte Pulver in der Röhre des Stubenofens trocknete, deſſen Hitze wahrſcheinlich zu ſtark war. Es wurde hierdurch ſchon ein Theil zerſetzt, der ſein Waſſer verlor, dadurch unauflöslich in Säuren wurde, und ſo bei der Kieſelerde blieb, deren Menge er vergröſserte. Ich habe aber dieſe Analyſe angeführt, weil ſie mit möglichſter Genauigkeit gemacht und die verhältmäſsige Menge von Thonerde, Kalk und Natron richtig beſtimmt iſt.

In der mineralogiſchen Formel $\left.\begin{matrix}N\\C\end{matrix}\right\} S^3 + 3\,AS^3 + 5\,Aq$ habe ich Natron und Kalk zuſammengeſtellt, obgleich es nicht wahrſcheinlich iſt, daſs beide iſomorph ſind. Der Anhydrit hat im Gegentheil eine ganz andre Kryſtallform als das waſſerfreie neutrale ſchwefelſaure Natron, welches Haidinger beſchrieben hat, auch iſt

Digitized by Google

der Glauberit von beiden in der Form verſchieden, und doch iſt der erſte $\ddot{C}a\,\dddot{S}^2$, das zweite $\ddot{N}a\,\dddot{S}^2$ und der letztere $\ddot{N}a\,\dddot{S}^2 + \ddot{C}a\,\dddot{S}^2$. Eben ſo wenig laſſen ſich die Kryſtallformen des Mejonits auf die des Nephelins zurückführen, obgleich doch die chemiſche Zuſammenſetzung des erſtern nach den Analyſen von Leop. Gmelin und Stromeyer durch die Formel $CS + 3AS$ und des letztern nach der Analyſe von Arfwedson durch die Formel $NS + 3AS$ ausgedrückt werden kann. Wohl aber ſcheint es nach den Analyſen der Meſotype von Fuchs, daſs Natron, mit einer gewiſſen Menge Waſſer verbunden, mit Kalk iſomorph ſey, daſs es ſich alſo zum Kalk verhalte wie Ammoniak zum Kali, welches erſtere, wie Mitſcherlich gezeigt hat, nur mit Kali iſomorph iſt, wenn es 2 Atome Waſſer enthält. Iſt dieſes aber der Fall, ſo kommt etwas von dem Waſſer noch auf das Natron, um mit Kalk iſomorph zu ſeyn, und es verändert ſich dann noch die Zahl 5, beim Waſſer, welches bei dieſen Formeln keine gewöhnliche Zahl iſt. Ehe dieſs aber beſtimmt ausgemacht iſt, kann man die Formel des Epiſtilbits nicht anders ſchreiben, als wie oben geſchehen iſt, denn wenn gleich, beſonders nach der 2ten Analyſe, der Sauerſtoff des Natrons zum Sauerſtoff des Kalks in einem einfachen Verhältniſſe und zwar wie in dem von 1 : 6 ſteht, ſo iſt dieſs doch keinesweges zwiſchen dem Natron und der Thonerde oder den übrigen Beſtandtheilen der Fall.

Digitized by Google

IV.

Notiz über Hrn. Profeſſ. Mitscherlich's Beobachtungen, den Dimorphismus des waſſerhaltigen ſchwefelſauren Zinkoxyds und der waſſerhaltigen ſchwefelſauren Magneſia betreffend;

von

Wilhelm Haidinger.

Während meines Aufenthaltes in Freiberg ließs ich öfters Zinkvitriol und Bitterſalz kryſtalliſiren, um die Winkel und andere Eigenſchaften dieſer Körper an friſchen Kryſtallen zu unterſuchen. War die wäſſerige Auflöſung des ſchwefelſauren Zinks ſehr concentrirt, und die Temperatur des Ofens, auf dem ich ſie ſtehen hatte, etwas hoch; ſo bildeten ſich zwar auch Kryſtalle, die ſich jedoch ſchon durch ihre ſehr geringe Durchſichtigkeit, noch vielmehr aber durch ihre Form von denen des gewöhnlichen Zinkvitriols auszeichneten. Die Formen der neuen Species gehörten nämlich nicht in das prismatiſche, ſondern in das hemi-prismatiſche Syſtem, und ſahen beſonders denen vom Borax ähnlich, nur waren die Winkel anders. Auch die ſchwefelſaure Magneſia, die ich wegen des Iſomorphismus von Zink und Magnium, ebenfalls unter denſelben Umſtänden kryſtalliſiren ließs, gab daſſelbe Reſultat. Dieſe einzeln ſtehende Beobachtung theilte ich Hrn. Profeſſ. Mitscherlich während ſeines Aufenthaltes in Edinburg im J. 1824 mit. Er wiederholte ſie ſpäterhin und mit gleichem Erfolg, auch fand

Digitized by Google

er, dafs das schwefelsaure Nickel, welches bereits eine zweite pyramidale Form besitzt, unter denselben Umständen kein hemiprismatisches Salz gebe. Einige Zeit nachher untersuchte er den Einfluss, welchen die Erhöhung der Temperatur auf die doppelte Strahlenbrechung krystallisirter Körper äufsert, und fand hiebei, dafs diese im Bittersalz bis auf einen gewissen Punkt ganz unverändert blieb, dafs aber hierauf der ganze Krystall, den er in Oel erhitzt hatte, plötzlich undurchsichtig wurde. Im Bruche zeigte der Krystall die Structur einer Pseudomorphose, da er aus vielen hemiprismatischen Individuen bestand, die von der Oberfläche der Krystalle ausgehend, sich gegenseitig im Innern des ursprünglichen Krystalles begränzten. Professor Mitscherlich wiederholte den Versuch unter verschiedenen Umständen, und fand, dafs die oben erwähnte Veränderung in beiden Salzen bei ungefähr 42° R. erfolgt. Erhitzt man den Krystall in einem Glaskolben auf der Spirituslampe, so geht die Zersetzung vor sich, ohne dafs Wasser fortgetrieben wird, aufser demjenigen, was vielleicht mechanisch zwischen den Lamellen der Krystalle eingeschlossen sich befand; zum Beweise, dafs die Mischung beider Species wesentlich dieselbe ist, und dafs ihre Verschiedenheit nur von der Anordnung der Theilchen herrührt. Aus dieser Veränderung schliefst Prof. Mitscherlich, dafs selbst in einem festen Körper die Atome ihre respective Lage verändern können, wodurch im gegenwärtigen Falle sich zwei Species unterscheiden, deren eine bei einer Temperatur höher als 42° R. nicht mehr bestehen kann. Lebten wir in einer so hohen Temperatur, so würden wir vielleicht eben so selten die jetzt

Digitized by Google

gewöhnliche prismatiſche Form dieſer Salze ſehen, als die ſechsſeitigen Tafeln des Kochſalzes. Nach der Veränderung iſt auch die vollkommene Theilbarkeit der urſprünglichen Kryſtalle verſchwunden; obwohl die zuſammengeſetzte Maſſe noch einige Cohärenz beſitzt, ſo giebt ſie doch einem geringen Drucke nach und zerfällt. Man kennt bereits die oben beobachteten analogen Veränderungen an mehreren dimorphen Körpern. So iſt nach Mitscherlich der durch Schmelzen in hemiprismatiſchen Kryſtallen erhaltene Schwefel erſt ganz durchſichtig, wird aber nach einem oder zwei Tagen undurchſichtig. Auch am Arragonit hat Berzelius ſchon vor längerer Zeit beobachtet, daſs er plötzlich zerſpringt, wenn man ihn in einem Glaskolben erhitzt, während Kalkſpath, den man in demſelben Gefäſse zu gleicher Zeit derſelben Hitze ausgeſetzt hat, in Hinſicht auf die Form unverändert bleibt und ſelbſt ſeine Durchſichtigkeit beibehält.

Zuſatz. Die doppelte Form des ſchwefelſauren Nickeloxyds, deren Hr. Haidinger in dem Vorhergehenden erwähnt, iſt zuerſt von Hrn. Brooke bemerkt, und von dieſem nebſt einigen andern Gegenſtänden in den Annals of Philosophy. New Series T. VI. p. 437 beſchrieben worden, in Begleitung mit einer von Hrn. Phillips angeſtellten Analyſe beider Salze. Ein Auszug aus dieſen Arbeiten wird hier nicht am unrechten Orte ſtehen. (*P.*)

Ich empfing, ſagt Hr. Brooke, vor einiger Zeit von Hrn. R. Phillips mehrere Kryſtalle dieſes Salzes (des ſchwefelſauren Nickeloxydes), welche *gerade rhombiſche* Prismen waren, und kurz darauf verſah

Digitized by Google

mich Hr. Cooper mit anderen, die *quadratiſche* Prismen darſtellten. Als ich dieſe Verſchiedenheit in der Form bemerkte, drängte ſich mir zunächſt die Vermuthung auf, daſs wohl in dem Waſſergehalt dieſer Salze ein Unterſchied vorhanden ſeyn möchte, da ſowohl Hr. P. als Hr. C., ſich überzeugt hielten, daſs die Salze vermöge ihrer Bereitungsart von fremden Beimiſchungen frei waren. Die quadratiſchen Prismen hatten indeſs nicht ſo glänzende Flächen, als man wünſchen konnte; Hr. Cooper löſte daher einige dieſer Kryſtalle in deſtillirtem Waſſer auf und verdampfte die Löſung, wobei ſich zu ſeinem Erſtaunen *rhombiſche Prismen* abſetzten, denen ähnlich, welche Hr. Phillips erhalten hatte, und ohne daſs ihnen ein einziges quadratiſches Prisma beigemiſcht war. Als Hr. Phillips dieſe Thatſache erfuhr, unterſuchte er die Auflöſung, aus welcher er ſeine erſten Kryſtalle erhalten hatte, und fand, daſs ſich ſeit der Zeit neue Kryſtalle von *beiden* Formen abgeſetzt hatten, ſo wie auch, daſs die Kryſtalle von *jeder* dieſer Formen häufig kleinere von der *andern* Form eingeſchloſſen enthielten.

Nachdem dieſe Formverſchiedenheit entdeckt war, analyſirten die Hrn. P. und C. mehrere Quantitäten von den Kryſtallen einer jeden Art, erhielten aber nahe übereinſtimmende Reſultate, wie aus dem folgenden Aufſatz des Hrn. Phillips erhellen wird. Ehe Hr. Cooper indeſs ſeine Analyſe begann, zerkleinerte er die Kryſtalle von beiden Formen und ſetzte ſie auf mehrere Tage der Luft aus; er fand dabei, daſs die *rhombiſchen* Prismen einen Atom Waſſer verloren, während die *quadratiſchen* Prismen keinen Verluſt erlitten. Da ſich bei Hrn. Phillips die *quadratiſchen*

Digitized by Google

Prismen nicht eher gebildet hatten, als bis die Lösung derselben durch Verdampfung eingeengt worden war, so wurde es wahrscheinlich, dafs ein Ueberschufs von Säure zu deren Erzeugung nothwendig sey. Hr. Cooper löste daher einige rhombische Prismen in verdünnter Schwefelsäure auf, und aus dieser Auflösung wurden quadratische Prismen erhalten. Hiedurch war es ausgemittelt, dafs man quadratische oder rhombische Prismen nach Belieben erzeugen könne, je nachdem man das Salz aus einer Auflösung in verdünnter Schwefelsäure oder in Wasser herauskryställisiren lasse.

Es geht aus den Analysen der beiden Krystallarten hervor, dafs von dem Wasser in den rhombischen Prismen ungefähr $1\frac{1}{2}$ bis 2 Proc., in den quadratischen Prismen durch Schwefelsäure ersetzt ist. Da aber diese Verschiedenheit keinen reellen Unterschied in der Zusammensetzung beider Formen aufstellt, so ist es wahrscheinlich, dafs man sie einer ähnlichen Ursache zuschreiben könne, wie der, welche dem Arragonit eine von dem Kalkspath verschiedene Form ertheilt.

Schwefelsaures Nickel in *rhombischen* Prismen.

Die Form und Winkel dieses Salzes kommen denen des schwefelsauren Zinks so nahe, dafs ich geneigt bin zu zweifeln, ob irgend eine wirkliche Differenz zwischen ihnen vorhanden ist. Wenn es eine solche giebt, so überschreitet sie nicht 2′ bis 3′ und ist in der Neigung von *M* zu *M′* anzutreffen, die in einigen Krystallen sich mehr der von 91° 10′ nähert, als der von 91° 7′. Wir können daher die vorhin gegebenen Messungen auf die Winkel dieser Krystalle bezie-

Digitized by Google

hen. Es ist jedoch eine Verschiedenheit in der Spaltbarkeit beider Salze, denn dieses läßt sich leicht parallel den Seitenflächen seiner Grundgestalt (M, M') spalten.

[Die von Hrn. Brooke beobachtete Form des schwefelsauren Zinks, welche sich parallel der Fläche h spalten läßt, in dem Uebrigen aber mit dieser Form des schwefelsauren Nickels zusammenfällt, ist auf Taf. III. Fig. 14 abgebildet. Die Winkel sind nach Hrn. B. folgende:

von M zu M' = 91° 7′ ; von M zu e = 128° 58′
- M - f = 135° 33′ ; - a - f = 120° 0′
- M - h = 134° 27′ ; - h - c = 119° 23′]

Schwefelsaures Nickel in *quadratischen* Prismen.

Diese Krystallform des schwefelsauren Nickels ist es, auf welche sich Hr. Dr. Wollaston in einem Aufsatze bezieht, der in den Annals of Phil. Bd. XI. p. 286 erschienen ist, jedoch ohne eine Messung. Die Krystalle lassen sich spalten parallel den Flächen P, M und M' in der Fig. 15. Taf. III, welche Flächen der Grundgestalt angehören. Die Neigungen sind

von P gegen M oder M' = 90° 0′
- P - a' = 126° 24′
- P - a^2 = 110° 40′
- P - c = 117° 37′
- M - M' = 90° 0′

So weit Hr. Brooke. Was Hrn. Phillips's Analyse des schwefelsauren Nickeloxydes betrifft, so bemerkt derselbe zuvor, daſs die schon vorhandenen Analysen die Zusammensetzung dieses Salzes folgendermaſsen angeben:

Digitized by Google

	Thomson.	Berzelius.	Brande.
Schwefelſäure	29,2	28,51	28,25
Nickeloxyd	24,8	26,72	26,50
Waſſer	46,0	44,77	45,00

Hundert Gran von dem in *rhombiſchen* Prismen kryſtalliſirten Salze wurden von Hrn. Ph. in Waſſer aufgelöſt und durch ſalpeterſauren Baryt zerlegt. Der erhaltene ſchwefelſaure Baryt wog, im Mittel aus 2 Verſuchen, 83,08 Gran = 28,16 Schwefelſäure. Hundert Gran deſſelben Salzes durch Natron zerſetzt, gaben 26,3 Gran Nickeloxyd. Bei einer Wiederholung des Verſuches wurde etwas mehr an Oxyd erhalten, was, wie Hr. Ph. vermuthet, davon herrührte, daſs das ſchwefelſaure Natron nicht gänzlich durch Waſchen entfernt worden war. Betrachtet man den Gewichtsverluſt als Kryſtalliſationswaſſer, ſo beſteht das Salz aus:

Schwefelſäure . .	28,16
Nickeloxyd . . .	26,30
Waſſer	45,54
	100,00

Hundert Gran von dem in *rechtwinklichen* Prismen kryſtalliſirten ſchwefelſauren Nickeloxyd, ebenſo behandelt, gaben 88,65 ſchwefelſauren Baryt = 30,0 Schwefelſäure, und 26,2 Gran Nickeloxyd. Dieſs Salz beſteht demnach aus:

Schwefelſäure . .	30,0
Nickeloxyd . . .	26,2
Waſſer	43,8
	100,0

Digitized by Google

Da der in dieſen quadratiſchen Prismen enthaltene Ueberſchuſs an Schwefelſäure weniger als 2 Procent beträgt, ſo kann er, wie ich denke, wohl nicht als verbunden, ſondern nur als beigemengt betrachtet werden, und in dieſem Zuſtande dürfen wir von ihm keinen Einfluſs auf die Kryſtallform des Salzes erwarten. Hr. Ph. bemerkt noch, daſs die Analyſe des Hrn. Cooper nahe mit der ſeinigen übereinſtimme, und daſs er ſich auch von der Richtigkeit der Beobachtung deſſelben hinſichtlich des verſchiedenen Verhaltens dieſer Salze bei Ausſetzung an die Luft überzeugt habe. Die rhombiſchen Prismen verloren einen Atom Waſſer, während 100 Gran von den quadratiſchen Prismen nur einen Gewichtsverluſt von $\frac{1}{10}$ Gran erlitten.

Digitized by Google

V.

Ueber die Verbindungen des Phosphors mit dem Waſſerſtoff und den Metallen;

von

Heinrich Rose.

Die Verbindungen des Phosphors gehören zu denen, deren Zuſammenſetzung man erſt ſpäter als die von anderen Körpern richtig erkannt hat, obgleich vielleicht gerade ſie öfter als jene unterſucht worden ſind. Die Phosphorſäure war von den Säuren die erſte, deren Zuſammenſetzung Lavoisier quantitativ zu beſtimmen ſuchte; allein obgleich vom Jahre 1777 bis 1816 viele Chemiker ſich ebenfalls mit ihr beſchäftigten, ſo ſtimmten doch die von dieſen gefundenen Reſultate wenig mit einander überein und wichen ſehr von der Wahrheit ab. Erſt durch Berzelius's und Dulong's gleichzeitige Unterſuchungen lernten wir die wahre Zuſammenſetzung dieſer Säure kennen. Beide zeigten, daſs ſich der Phosphor in anderen Verhältniſſen mit dem Sauerſtoff verbindet, als der Schwefel, und, daſs die Analogie, die zwiſchen dieſen beiden Körpern der allgemeinen Annahme nach Statt finden ſollte, nur ſcheinbar iſt. Berzelius zeigte ſpäter, daſs der Phosphor in ſeinen Verbindungen vielmehr eine groſse Analogie mit dem Arſenik beſitzt, was Mitscherlich bei ſeinen Unterſuchungen über die iſomorphe Natur der Körper beſtätigte.

Der Mangel an Analogie zwiſchen den Verbin-

dungen des Phosphors und des Schwefels zeigt sich indessen noch weit auffallender bei den Verbindungen beider mit dem Wasserstoff. Der Schwefelwasserstoff ist eine Säure; dem Phosphorwasserstoff hingegen fehlen nicht nur alle Eigenschaften einer Säure, sondern er zeigt sich in einigen Fällen offenbar basisch, und ähnelt dadurch, wiewohl entfernt, dem Ammoniak, dem er in der Zusammensetzung gleich kommt.

Mit der quantitativen Zusammensetzung des sich von selbst an der Luft entzündenden Phosphorwasserstoffgases haben sich in neueren Zeiten nur wenige Chemiker beschäftigt, vielleicht weil Versuche damit nicht nur gefährlich sind, sondern auch sehr oft die verschiedensten Resultate geben. Die wichtigen Versuche, die Gay-Lussac und Thénard in den Recherches physico-chimiques bekannt machten, bezweckten nicht, die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases zu finden, sondern vorzüglich die Abwesenheit von Sauerstoff in demselben darzuthun. Nachher hat sich Thomson damit beschäftigt *). Er fand, dass im Phosphorwasserstoffgase die Quantität des Phosphors 12 Mal so gross sey, als die des Wasserstoffs (7,69 Wasserstoff und 92,31 Phosphor) und dass das Wasserstoffgas sein Volumen nicht verändere, wenn es sich mit Phosphor zu Phosphorwasserstoffgas verbindet; ein Resultat, dem die Versuche von Houton-Labillardière widersprechen, nach denen ein Volumen Phosphorwasserstoffgas $1\frac{1}{2}$ Volumen Wasserstoffgas enthält **).

*) Annales de Chimie et de Physique II. pag. 297.

**) Annales de Chemie et de Physique VI. pag. 307.

Digitized by Google

Ich habe mich seit längerer Zeit mit den Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoff und den Metallen beschäftigt, und bin zu einigen Resultaten gelangt, deren Mittheilung der Zweck der gegenwärtigen Abhandlung ist. Die erste Abtheilung derselben wird von der Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases handeln, das sich beim Zutritt der Luft von selbst entzündet; die zweite von dem Phosphorwasserstoffgase, das man durch Erhitzen der phosphorichten Säure erhält. In einer dritten Abtheilung werde ich von den Verbindungen des Phosphors mit den Metallen reden und zuletzt von den Niederschlägen, die das Phosphorwasserstoffgas in Auflösungen leicht reducirbarer Metalloxyde hervorbringt.

I. *Ueber das sich beim Zutritt der Luft von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas.*

Die gewöhnliche Bereitungsart dieses Gases durch Kochen von Phosphor in einer caustischen Kalilauge giebt ein ziemlich gutes Produkt, ist aber nicht anwendbar, wenn man einen mehrere Stunden anhaltenden Strom des Gases bedarf, der durch Chlorcalcium getrocknet werden mufs. Auch wenn man das Gas durch Kochen von Kalkmilch mit Phosphor, oder durch Kochen des Phosphorkalks mit Wasser oder mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure bereiten wollte, so würde man es nicht gut durch Chlorcalcium trocknen können, wenn man einer grofsen Menge des Gases bedarf. Ferner entwickelt sich in allen diesen Fällen besonders beim Kochen des Phosphors in caustischer Kalilauge das Gas gewöhnlich explosionsweise, wobei die Schwierigkeit eintritt, dafs man

Digitized by Google

es erſt erkälten muſs, um es durch Auflöſungen hindurch zu leiten, und man auch nicht leicht ein Aufſteigen dieſer vermeiden kann.

Zu den meiſten von meinen Unterſuchungen gebrauchte ich einen Strom von trocknem Phosphorwaſſerſtoffgaſe, der oft 3 bis 4, ja 6 Stunden anhalten muſste. Ich bediente mich dazu folgenden Verfahrens: Ich löſchte gebrannten Kalk mit Waſſer zu einem trocknen Pulver, das ich in eine Retorte ſchüttete, in welcher eine Stange Phosphor ſich befand. Die Menge des Phosphors zum Kalkhydrat darf nicht zu groſs ſeyn; der Verſuch gelingt immer beſſer, je kleiner die Menge des Phosphors im Verhältniſſe zu der des Kalkes iſt. Die Retorte wurde mit einer mit Chlorcalcium gefüllten Röhre und mit dieſer nun der übrige Theil des Apparats verbunden. Die Kugel der Retorte wurde zuerſt mit kochendem Waſſer erwärmt, und dann durch die Flamme einer kleinen Spirituslampe ſchwach erhitzt. Auf dieſe Weiſe bildet ſich ein gleichförmiger Strom von Phosphorwaſſerſtoffgas, und nie iſt bei der groſsen Menge von Verſuchen, die ich angeſtellt habe, der Apparat, durch eine Exploſion, zerſprungen, wenn ich auf dieſe Weiſe das Gas bereitete. Man erhält hierbei im Anfange faſt ganz reines Phosphorwaſſerſtoffgas; nur gegen das Ende der Operation, wenn die Retorte zu heiſs geworden iſt, entwickelt ſich zugleich eine bedeutende Menge von reinem Waſſerſtoffgaſe *) und daher entzündet ſich zuletzt das Gas nicht mehr von ſelbſt bei Berührung mit atmoſphäriſcher Luft. Bei vielen von meinen

*) Auf die Entſtehung des Waſſerſtoffgaſes hiebei werde ich in der Folge zurückkommen.

Digitized by Google

Verſuchen war die Gegenwart des freien Waſſerſtoffgaſes nicht ſtörend; bei andern, wo ſie es ſeyn konnte, wurde daher die Retorte nicht ſo lange erhitzt, daſs ſich eine bedeutende Menge von Waſſerſtoffgas bilden konnte. — In letzterem Falle beſtand der Rückſtand der Retorte aus freiem Kalk, phosphorſaurem und unterphosphorichtſaurem Kalke; wurde die Retorte zu ſtark erwärmt, ſo wurde dieſer durch die Hitze zerſetzt, und dann war im Rückſtande nur reiner und phosphorſaurer Kalk.

Es bilden ſich dieſelben Produkte, wenn Kalkmilch mit Phosphor gekocht wird, und ähnliche, wenn cauſtiſche Kalilauge angewandt wird. Hierbei kann durch zu ſtarke Erhitzung das unterphosphorichtſaure Salz nicht zerſetzt und daher kein Waſſerſtoffgas erzeugt werden, daher entzündet ſich jede Blaſe des auf dieſe Weiſe bereiteten Gaſes. Nur wenn ſich mit dem entweichenden Gaſe heiſse Waſſerdämpfe mengen, ſo hört das Selbſtentzünden bei Berührung mit Luft auf und es leuchtet nur mit einem grünen Scheine, wie Phosphordämpfe allein. So wie man aber das Gas durch kaltes Waſſer leitet, entzündet ſich jede Blaſe wieder von ſelbſt.

Gay-Luſſac hat ſchon darauf aufmerkſam gemacht *), daſs das Phosphorwaſſerſtoffgas ſich in der Hitze zerlegt. Leitet man einen Strom dieſes Gaſes durch eine Glasröhre, die durch eine Spirituslampe bis zum Glühen erhitzt worden, ſo ſetzt ſich nicht weit von der glühenden Stelle Phosphor ab. Indeſſen eine ſchwächere Hitze, die ich zu den meiſten von

*) Annales de Chimie et de Physique III. pag. 138.

Digitized by Google

meinen Verſuchen gebrauchte, bewirkt keine Zerſetzung des Gaſes.

Ich habe einige Verſuche gemacht, um zu ſehen, ob bei einer ſtarken Kälte das Phosphorwaſſerſtoffgas aufhört, in Berührung mit atmoſphäriſcher Luft, ſich von ſelbſt zu entzünden. Während der groſsen Kälte, die im Januar 1823 in Berlin herrſchte, leitete ich im Freien, als die Temperatur — 15° C. war, Phosphorwaſſerſtoffgas durch eine ſehr dünne Glasröhre von 8 Fuſs, die auf einer Länge von 7 Fuſs mit einer Froſtmiſchung umgeben war, in welcher hineingebrachtes Queckſilber ſehr bald erſtarrte. Die Selbſtentzündung erfolgte aber wie bei höherer Temperatur. Es fand hierbei durchaus auch keine Condenſation des Gaſes Statt. Daſs es auch nicht durch ſtarken Druck condenſirt werden könne, wiſſen wir durch die Unterſuchungen von Faraday *).

Zuſammenſetzung des Phosphorwaſſerſtoffgaſes:

Um die Zuſammenſetzung des Phosphorwaſſerſtoffgaſes zu finden, leitete ich es in einem paſſenden Apparate über eine gewogene Quantität von Kupferoxyd, die ſchwach erhitzt wurde. Es geſchah eine Zerſetzung; es bildete ſich Phosphorkupfer und Waſſer, aber zugleich auch eine nicht unbedeutende Menge von Phosphorſäure, die ſich zum Theil mit dem Phosphorkupfer mengte, zum Theil auch mit den Dämpfen des gebildeten Waſſers fortgeriſſen wurde. Es war daher nicht gut möglich, ein Reſultat aus dieſem Verſuche zu ziehen.

*) Annales de Chimie et de Physique XXIV pag. 414.

Digitized by Google

Der Erfolg war beinahe derſelbe, als ich Kupferoxydul (reinſtes gepulvertes kryſtalliſirtes Rothkupfererz) ſtatt des Kupferoxydes anwandte. Die Menge der Phosphorſäure, die ſich bildete, war nur geringer als die im vorigen Verſuche.

Statt der Metalloxyde wandte ich mit beſſerem Erfolg Chlor- und Schwefelmetalle an. Die Verbindungen des Chlors mit den eigentlichen Metallen werden alle durch Phosphorwaſſerſtoffgas zerſetzt; es bildet ſich Chlorwaſſerſtoffgas, aber nur wenige Metalle bilden Verbindungen mit Phosphor. Ich erhielt daher in den meiſten Fällen reguliniſches Metall und Phosphor. Vorzüglich ſind es nur Kupfer, Nickel, Kobalt und Eiſen, die mit Phosphor Verbindungen eingehen, die durch die Hitze nicht zerlegt werden. Ausführlicher werde ich ſpäter hiervon reden. — Es findet indeſſen durch Phosphorwaſſerſtoffgas keine Zerſetzung bei Verbindungen des Chlors mit den Metallen der Alkalien und Erdarten Statt, ſelbſt wenn dieſe ſo ſtark erhitzt werden, daſs das Glas anfängt ſich zu erweichen. Ich erhielt wenigſtens keine Zerſetzung als ich Chlorkalium, Chlorbarium und Chlorcalcium mit Phosphorwaſſerſtoffgas behandelte.

Auf ähnliche Weiſe wie die Chlormetalle werden auch die Schwefelmetalle durch das Phosphorwaſſerſtoffgas, nur weit langſamer als jene, zerſetzt.

1) Ich behandelte 2,551 Grm. Chlorkupfer im Maximum, das keine Spur von Waſſer mehr enthielt, mit Phosphorwaſſerſtoffgas in einem paſſenden Apparate. Das Chlorkupfer wurde nur ſo ſtark erhitzt, daſs das Gas nicht zerſetzt werden und kein Chlor aus dem Chlorkupfer entweichen konnte. Das gebildete Chlor-

Digitized by Google

wasserstoffgas wurde in caustisches Ammoniak geleitet, das auf dem Boden eines hohen Glascylinders war, dessen Wände sorgfältig mit Ammoniak benetzt wurden. Der Cylinder war mit einer Glasplatte bedeckt, die durchbohrt war, und durch deren Oeffnung die Glasröhre ging, die das Chlorwasserstoffgas in das Ammoniak leitete. Auf diese Weise konnte ich verhindern, dass Salmiaknebel entwichen, zumal da ich das Phosphorwasserstoffgas nur langsam strömen liess. Die Zersetzung zeigte sich sogleich; die Operation wurde so lange fortgesetzt, bis dass keine Salmiaknebel mehr entstanden, wozu 3 Stunden erfordert wurden. Das erhaltene Phosphorkupfer wog 1,598 Grm. Da nun 2,551 Gr. Chlorkupfer im Max. 1,204 Gr. Kupfer enthalten, so bestand das erhaltene Phosphorkupfer aus

75,34	Kupfer
24,66	Phosphor
100,00	

Nimmt man an, dass in diesem Phosphorkupfer 2 Atome Phosphor mit 3 Atomen Kupfer verbunden sind, so würde es zusammengesetzt seyn aus

75,16	Kupfer
24,84	Phosphor
100,00	

3 Atome Kupfer sind aber im Chlorkupfer im Max. mit 12 Atomen Chlor verbunden *) die mit eben

*) In meinen früheren Abhandlungen nahm ich an, dass die Verbindungen des Chlors mit den Metallen eben so viele Atome Chlor enthalten, als Atome Sauerstoff und Schwefel in den entsprechenden Oxyden und Schwefelmetallen vorhanden sind. Da aber in der Chlorwasserstoffsäure 1 Atom Chlor offenbar nur

ſo vielen Atomen Waſſerſtoff Chlorwaſſerſtoff bilden. Hat ſich nun bei dieſem Verſuche der Waſſerſtoff des Phosphorwaſſerſtoffgaſes mit dem Chlor verbunden und der Phosphor mit dem Kupfer, ſo beſteht das Phosphorwaſſerſtoffgas aus 6 Atomen Waſſerſtoff und einem Atom Phosphor oder in hundert aus

91,32	Phosphor
8,68	Waſſerſtoff
100,00	

Die ammoniakaliſche Flüſſigkeit, die zur Abſorption des Chlorwaſſerſtoffgaſes gedient hatte, wurde mit Salpeterſäure ſauer gemacht und durch ſalpeterſaures Silberoxyd gefällt. Ich erhielt 5,361 Gr. geſchmolzenes Chlorſilber, die 1,3225 Gr. Chlor enthalten. Das angewandte Chlorkupfer enthielt 1,347 Grm. Chlor. Man ſieht daraus, daſs in dem erhaltenen Phosphorkupfer kein Chlor mehr enthalten ſeyn konnte, denn der Unterſchied beider Zahlen rührt vorzüglich davon her, daſs das Chlorſilber in einer Flüſſigkeit, die ſapeterſaures Ammoniak enthält, nicht ganz unauflöslich iſt.

Zur vollkommenen Sicherheit analyſirte ich das erhaltene Phosphorkupfer. 0,765 Gr. davon wurden in Salperterſäure aufgelöſt, die Auflöſung mit Waſſer verdünnt, und ein Strom von Schwefelwaſſerſtoffgas hineingeleitet. Das erhaltene Schwefelkupfer wurde noch naſs mit Salpeterſäure ſo lange digerirt, bis der abgeſchiedene Schwefel vollkommen gelb war. Die Auflöſung wurde mit Schwefelſäure verſetzt und ſo lange

mit einem Atome Waſſerſtoff verbunden iſt; im Waſſer und im Schwefelwaſſerſtoff hingegen 1 Atom Sauerſtoff und 1 Atom Schwefel mit 2 Atomen Waſſerſtoff, ſo entſprechen 2 Atome Chlor einem Atome Sauerſtoff und einem Atome Schwefel.

Digitized by Google

abgedampft, bis alle Salpeterſäure verjagt worden war, darauf aus ihr das Kupferoxyd warm durch cauſtiſches Kali gefällt. Dieſe Vorſicht iſt nöthig, weil das Kupferoxyd nicht vollkommen durch Kali aus einer Flüſſigkeit gefällt werden kann, die Salpeterſäure enthält. Ich erhielt 0,789 Gr. Kupferoxyd, die 0,63 Gr. Kupfer enthalten. Nach dieſer Analyſe beſtand das Phosphorkupfer aus

74,89	Kupfer
25,11	Phosphor
100,00	

Der einzige Einwurf, der ſich gegen die aus dieſem Verſuche gefolgerte Zuſammenſetzung des Phosphorwaſſerſtoffgaſes machen läſst, iſt der, daſs das Chlorkupfer durch das Phosphorwaſſerſtoffgas dabei auf die Art zerſetzt worden wäre, daſs ſich nicht Chlorwaſſerſtoffgas allein, ſondern Chlorwaſſerſtoffgas und Waſſerſtoffgas entwickelt hätten. Die Verſuche indeſſen, die ich ſpäter anführen werde, werden beweiſen, daſs dieſs nicht möglich ſeyn kann.

Ich habe die Verſuche, um die Zuſammenſetzung des Phosphorwaſſerſtoffgaſes zu finden, hinlänglich wiederholt, und ſtets dieſelben Reſultate erhalten. Ich werde die Reſultate dieſer Verſuche hier kurz anführen.

2) 1,362 Gr. Chlorkupfer im Maximum geben mit Phosphorwaſſerſtoffgas auf dieſelbe Weiſe behandelt, wie ich es ſo eben beſchrieben habe, 0,868 Gr. Phosphorkupfer. Hiernach wäre die Zuſammenſetzung deſſelben:

74,08	Kupfer
25,92	Phosphor
100,00	

Digitized by Google

Das Reſultat dieſes Verſuches weicht deshalb mehr als das des erſten von der Wahrheit ab, weil das angewandte Chlorkupfer nicht vollkommen von allem Waſſer befreit worden war.

3) Es wurde auf die beſchriebene Weiſe Chlorkupfer im Minimum mit Phosphorwaſſerſtoffgas behandelt. Das Chlorkupfer im Minimum hatte ich aus dem Chlorkupfer im Maximum auf die Weiſe bereitet, daſs ich eine gewogene Quantität des letztern im trockenen Zuſtande in einem kleinen gewogenen Kolben von ſchwer ſchmelzbarem Glaſe, deſſen Hals in eine feine Spitze ausgezogen wurde und der in Sand in einen heſſiſchen Tiegel geſtellt worden war, ſo ſtark erhitzte, als es das Glas ertragen konnte. Wenn die Entwickelung von Chlor aufgehört zu haben ſchien, wurde die Spitze zugeſchmolzen und der Kolben nach dem Erkalten gewogen. Fand es ſich nun durchs Gewicht, daſs ſich noch nicht die Hälfte vom Chlor des angewandten Chlorkupfers im Maximum verflüchtigt hatte, ſo wurde die Operation wiederholt. Auf dieſe Weiſe erhielt ich ein ſehr reines Chlorkupfer im Minimum. Eine Quantität davon wurde beim Ausſchluſs der Luft abgewogen und der Einwirkung des Phosphorwaſſerſtoffgaſes unterworfen. 1,982 Gr. gaben 1,457 Gr. Phosphorkupfer. Aber da 1,982 Gr. Chlorkupfer im Minimum 1,271 Gr. Kupfer enthalten, ſo war das erhaltene Phosphorkupfer zuſammengeſetzt aus

87,23	Kupfer
12,74	Phosphor
100,00	

Nimmt man an, daſs in dieſem Phosphorkupfer ein Atom Phosphor mit 3 Atomen Kupfer verbunden ſeyn muſs, ſo wäre es zuſammengeſetzt aus

Digitized by Google

85,82 Kupfer
14,18 Phosphor
100,00

Das gefundene Reſultat weicht von dem berechneten in dieſem Verſuche mehr ab, als im erſten Verſuche. Der Grund davon iſt der, daſs bei dieſem Verſuche das angewandte Phosphorwaſſerſtoffgas Waſſerſtoffgas enthielt, das eine kleine Quantität von Chlorkupfer in metalliſches Kupfer verwandelte. Bei der Beſtimmung des erhaltenen Chlorwaſſerſtoffs fand ich, daſs das erhaltene Chlorſilber eben ſo viel Chlor enthielt, als das angewandte Chlorkupfer. Das Reſultat dieſes Verſuches kann daher wohl zur Beſtätigung der gefundenen Zuſammenſetzung des Phosphorwaſſerſtoffgaſes dienen.

4) Um jeden Irrthum zu vermeiden, den die kleine Quantität des Waſſerſtoffgaſes im Phosphorwaſſerſtoffgaſe hervorbringen konnte, behandelte ich Schwefelkupfer mit Phosphorwaſſerſtoffgas. Da Schwefelkupfer vom Waſſerſtoffgas nicht angegriffen wird *), ſo konnte ein genaueres Reſultat erhalten werden, als beim Chlorkupfer. Das angewandte Schwefelkupfer war durch zweimaliges Glühen von Kupferſpänen mit Schwefel bereitet worden. Indeſſen da alle auf gewöhnliche Weiſe bereiteten Schwefelmetalle einen ſehr kleinen Ueberſchuſs von Schwefel enthalten, der ſelbſt durch das ſtärkſte Glühen nicht verjagt werden kann, ſo erhitzte ich erſt das Schwefelkupfer in einer Atmoſphäre von Waſſerſtoffgas, in welcher ſchon durch ſchwaches Glühen der Ueberſchuſs von Schwefel fortgetrieben wurde. 1,136 Gr. auf dieſe Weiſe ge-

*) Poggendorffs Annalen, Band IV. pag. 169.

reinigtes Schwefelkupfer in Stücken von der Form der angewandten Kupferspäne, der Behandlung mit Phosphorwasserstoffgas unterworfen, zersetzten sich weit langsamer, als das Chlorkupfer. Das entweichende Gas wurde in eine Kupfervitriolauflösung geleitet, und die Operation so lange fortgesetzt, bis sich in der Auflösung kein Schwefelkupfer mehr erzeugte. Ich erhielt 1,046 Gr. Phosphorkupfer, das die Form der Stücke des Schwefelkupfers behalten hatte. Da nun 1,136 Gr. Schwefelkupfer 0,906 Gr. Kupfer enthalten, so bestand das erhaltene Phosphorkupfer aus

86,61	Kupfer
13,39	Phosphor
100,00	

Man sieht, dass dieses Resultat besser dem berechneten entspricht, als das des Versuches mit Chlorkupfer im Minimum.

5) Es wurde Schwefelnickel der Einwirkung des Phosphorwasserstoffgases unterworfen. Das Schwefelnickel war durch Zusammenschmelzen von Nickelschwamm mit Schwefel bereitet worden, wobei eine heftige Feuererscheinung Statt findet, der Ueberschuss von Schwefel abgetrieben wird und ein in kleinen Kugeln geschmolzenes Schwefelnickel zurück bleibt, das die gelbe Farbe des Haarkieses hat und wie dieses dem Magnete nicht folgt. Der Nickelschwamm war frei von Arsenik und aus oxalsaurem Nickeloxyd-Ammoniak bereitet worden. 1,3555 Gr. Schwefelnickel mit Phosphorwasserstoffgas behandelt, wurden langsam zersetzt, so dass die Operation 5 bis 6 Stunden dauerte. Ich erhielt 1,2125 Gr. Phosphornickel. Da nun im

Digitized by Google

angewandten Schwefelnickel 0,878 Gr. Nickel enthalten waren, ſo enthielt das Phosphornickel in hundert

72,41	Nickel
27,59	Phosphor
100,00	

Eine Verbindung aus 2 Atomen Nickel mit 3 Atomen Phosphor aber beſteht aus

73,87	Nickel
26,13	Phosphor
100,00	

Der Unterſchied des gefundenen Reſultats vom berechneten muſs unſtreitig daher rühren, daſs das erhaltene Schwefelnickel einen kleinen Ueberſchuſs an Schwefel enthielt.

6) Chlornickel auf gleiche Weiſe mit Phosphorwaſſerſtoffgas behandelt, zerſetzt ſich ſehr leicht. Es entwickelte ſich beim Verſuche zugleich etwas Waſſer, das angewandte Chlornickel enthielt alſo, obgleich ich es mit Sorgfalt getrocknet zu haben glaubte, noch etwas Feuchtigkeit. Das gefundene Reſultat war daher unrichtig, und wich ſehr von dem berechneten ab. Ich erhielt aus 1,087 Gr. Chlornickel 0,638 Phosphornickel.

7) Ich behandelte kryſtalliſirten gepulverten Schwefelkies mit Phosphorwaſſerſtoffgas. Die Hitze war beſonders im Anfange ſo ſchwach, daſs ſich kein Schwefel entwickeln konnte. Die Zerſetzung geſchah zwar im Anfange ſehr ſtark; es dauerte indeſſen ſehr lange, bis ſie beendet war und ſich kein Schwefelwaſſerſtoffgas mehr entwickelte. Ich erhielt aus

Digitized by Google

1,089 Gr. Schwefelkies 0,907 Gr. Phosphoreisen. Da 1,089 Gr. Schwefelkies 49,81 Gr. Eisen enthalten, so war das erhaltene Phosphoreisen zusammengesetzt aus:

54,92	Eisen
45,08	Phosphor
100,00	

0,484 Gr. davon wurden in Königswasser aufgelöst, die Auflösung mit Ammoniak gesättigt, und das Eisenoxyd mit geschwefelwasserstofftem Ammoniak niedergeschlagen. Das erhaltene Schwefeleisen wurde mit Königswasser behandelt, und das Eisenoxyd mit Ammoniak niedergeschlagen. Ich erhielt 0,397 Gr. Eisenoxyd. Nach dieser Analyse bestand also das Phosphoreisen aus:

56,87	Eisen
43,13	Phosphor
100,00	

Da der Schwefelkies 4 Atome Schwefel gegen 1 Atom Eisen enthält, so muss bei der Behandlung mit Phosphorwasserstoffgas, wenn dieses so zusammengesetzt ist, wie ich oben angegeben habe, ein Phosphoreisen entstehen, das 4 Atome Phosphor gegen 3 Atome Eisen enthält. Ein solches ist aber in hundert zusammengesetzt aus:

56,47	Eisen
43,53	Phosphor
100,00	

Digitized by Google

Man ſieht aus allen dieſen Verſuchen, daſs ſie die oben angeführte Zuſammenſetzung des ſich von ſelbſt entzündenden Phosphorwaſſerſtoffgaſes, wie ich ſie aus dem erſten Verſuche gefolgert habe, beſtätigen.

(Fortſetzung folgt.)

Digitized by Google

VI.

Chemiſche Unterſuchung eines Lithion-Glimmers von Zinnwalde in Boehmen;

von

C. G. Gmelin.

Kein Foſſil verdient wohl in höherem Grade eine durchgreifende Unterſuchung, als der in den Urgebirgs-Formationen ſo allgemein verbreitete Glimmer. Wenn wir ſchon durch die Unterſuchungen von Klaproth und Vauquelin, und beſonders durch die von H. Rose in unſerer Kenntniſs von der Natur dieſer Gattung um vieles näher gekommen ſind, ſo bleibt doch noch ſehr vieles zu thun übrig, und es werfen ſich mehrere Fragen auf, welche für jetzt ſchwer zu beantworten ſeyn dürften.

Eine beſondere Abtheilung der Gattung des Glimmers, welche durch die optiſchen Unterſuchungen von Biot und Brewster begründet wurde, beſtätigte ſich als ſolche auch durch die Unterſuchungen von Klaproth, Vauquelin und Rose von der chemiſchen Seite aus; die einaxigen Glimmer nämlich unterſcheiden ſich von den zweiaxigen durch einen beträchtlichen Gehalt an Bittererde, welcher den letzteren fehlt. Eine weitere Abtheilung ergab ſich aus dem Lithion-Gehalt einiger Glimmerarten, namentlich des Lepidoliths und einiger bei Chursdorf in Sachſen vorkommenden Glimmer. Dieſe letzteren, welche durch ihre leichte Schmelzbarkeit und durch

Digitized by Google

die Purpurfarbe, welche sie der Flamme der Oellampe, in der sie geschmolzen werden, ertheilen, von den übrigen Glimmerarten so leicht unterschieden werden können, scheinen sich von denselben auch noch in anderen Beziehungen auf eine merkwürdige Weise zu unterscheiden. So fand Herr Brewster *), welcher auf unsere Bitte die optische Structur des Lithion-Glimmers von Chursdorf untersuchte, dass die einzelnen Blättchen desselben aus Krystallen mit Einer Axe verbunden mit zweiaxigen Krystallen zusammengesetzt sind, ohne irgend eine sichtbare Fuge oder Zusammensetzungsfläche. Dieser Umstand liesse vermuthen, dass die einaxigen Portionen, wenn man sie von den zweiaxigen getrennt untersuchte, eine Zusammensetzung zeigen würden, welche von der der letzteren verschieden wäre; man könnte etwa glauben, dass dieser Glimmer aus Kali-Glimmer und Lithion-Glimmer-Portionen zusammengesetzt wäre. Diese bestimmte Vermuthung wird jedoch aus dem Grunde ganz unwahrscheinlich, weil *alle* Portionen dieses Glimmers, selbst die feinsten Splitter, vor dem Löthrohr sich auf dieselbe Weise zu verhalten scheinen. Wäre derselbe aus Kali-Glimmer- und Lithion-Glimmer-Theilen zusammengesetzt, so würden wahrscheinlich die Kali-Glimmer-Theilchen sich unschmelzbar oder wenig schmelzbar erweisen und auch der Flamme keine Purpurfarbe mittheilen. — Auch noch in anderer Hinsicht unterscheiden sich diese Lithion-Glimmer von denen, welche kein Lithion enthalten: nämlich durch eine weit beträchtlichere Menge von Flussäure.

*) Edinburgh Journal of Science, No. IV. p. 206.

Digitized by Google

Nachdem wir den Glimmer von Chursdorf als Lithion-Glimmer erkannt hatten, unterſuchten wir in dieſer Beziehung andere Glimmer, welche uns zu Gebote ſtanden, vor dem Löthrohr, ohne jedoch einen zu finden, der die charakteriſtiſchen Eigenſchaften der Lithion-Glimmer beſeſſen hätte. Später erhielten wir einen Glimmer von Zinnwald, den wir ſogleich als einen Lithion-Glimmer erkannten, und während wir mit der Analyſe deſſelben beſchäftigt waren, kam uns das 5te Heft des Edinburgh Journal of Science zu Geſicht, in welchem noch mehrere andere hieher Bezug habende Thatſachen aufgezeichnet ſind. Dr. Turner hatte bereits gefunden, daſs ſowohl die Glimmer von Zinnwald, als die von Altenberg vor dem Löthrohr die Reactionen des Lithion-Glimmers zeigen, und Hr. Haidinger hatte in der Sammlung des Hrn. Allan mehrere ſolche von Cornwall gefunden; auf dieſelbe Weiſe verhielt ſich ferner ein dem Lithion-Glimmer von Chursdorf vollkommen ähnlicher von den Uralſchen Gebirgen. Nach einer intereſſanten Bemerkung des Herrn Haidinger ſcheint es, daſs die meiſten Lithion-Glimmer mit Topas und anderen Mineralien, welche gewöhnlich die Zinnerze begleiten, vorkommen. So kommt der Lepidolith von Mähren und der roſenrothe Glimmer von Chursdorf mit Topas und Apatit vor; der dunkelgraue Glimmer von Zinnwald mit Pyenit; der corniſche von St. Michael's-Mount mit Topas und Zinnſtein; ein anderer corniſcher von Carclaze von graulichweiſser Farbe enthält körnige Maſſen und kleine Kryſtalle von weiſsem Topas. Auf der andern Seite muſs jedoch bemerkt werden, daſs weder bei Brodbo noch bei Finbo Li-

Digitized by Google

thion-Glimmer ſich finden, ungeachtet die dort vorkommenden Glimmer Topas und ſelbſt Zinnſtein zu Begleitern haben, während dagegen die leicht ſchmelzbaren Glimmer in den Dolomiten des St. Gotthard's, die höchſt wahrſcheinlich Lithion-Glimmer ſind, nicht in Verbindung mit ſolchen Foſſilien vorkommen *).

Die Farbe des von uns unterſuchten Glimmers von Zinnwald iſt gelblich-grau. Er iſt in vollkommenen ſechsſeitigen Tafeln kryſtallifirt, welche Druſen bilden. Kryſtalle von gelblich-weiſsem wolframſauren Kalk zeigen ſich auf ihm da und dort aufgewachſen.

Sein ſpecifiſches Gewicht wurde = 3,000 bei + 11° R. gefunden; es wurde mittelſt eines mit einem aufgeſchliffenen Glasdeckel verſehenen, cylindriſchen Gläschens beſtimmt. Nachdem der Stein in dem Gläschen gewogen und mit Waſſer übergoſſen worden war, wurde das Gläschen unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, um alle anhängende Luftbläschen zu entfernen, hierauf das Gläschen ganz mit Waſſer gefüllt, mit dem Deckel bedeckt und gewogen u. ſ. w.

Für ſich ſchmilzt er vor dem Löthrohr auſserordentlich leicht unter Auffchäumen, und indem er die Flamme purpurroth färbt, zu einer dunkelbraunen

*) Wir haben bis jetzt blos Gelegenheit gehabt, zwei Glimmer, welche in dieſen Dolomiten vorkommen, einen weingelben und einen ſilberfarbenen, vor dem Löthrohre zu prüfen; beide beſaſsen die Charaktere der Lithion-Glimmer nicht und waren in hohem Grade unſchmelzbar.

Digitized by Google

Kugel. Dünne Splitter schmelzen sogar in der nicht angeblasenen Flamme.

Mit Phosphorsalz schmilzt er leicht zu einer Perle, welche, so lange sie heifs ist, eine gelbe Farbe hat, beim Erkalten aber färblos wird. Es bleibt ein Kieselskelet ungelöst. In der oxydirenden Flamme zeigt sich jedoch eine merkbare Mangan-Reaction, die durch Salpeter viel stärker hervorgerufen wird. Durch einen gröfseren Zusatz der Probe wird die Masse schwerflüssig.

Mit Borax schmilzt er unter Aufblähen zu einem gelben Glas, in welchem durch Salpeter die Mangan-Reaction gleichfalls sichtbar wird.

Mit Soda schmilzt er zu einer bräunlich-gelben Masse. Auf Platinblech ist die Mangan-Reaction sehr ausgezeichnet.

Durch Boraxsäure und Eisen wird kein Phosphoreisen-regulus erhalten.

Im Kolben erhitzt giebt er Spuren von Feuchtigkeit.

A. Analyse durch kohlensauren Baryt.

a) 2,615 Gramme des mit der Scheere zerschnittenen Glimmers wurden mit dem Fünffachen ihres Gewichts von kohlensaurem Baryt gemengt und geglüht. Es wurde eine wenig zusammengebackene grüne Masse erhalten, welche sich in Salzsäure unter starker Chlor-Entwicklung auflöste. Die auf die gewöhnliche Weise ausgeschiedene Kieselerde wog geglüht 1,209 Gr. = 46,233 pr. C.

b) Die Flüssigkeit wurde nun mit Schwefelsäure versetzt und der schwefelsaure Baryt durchs Filtrum

entfernt. Nachdem sie abgedampft worden war, um einen grofsen Theil der freien Säure zu verjagen, wurde sie durch caustisches Ammoniak gefällt, der entstandene braune Niederschlag auf einem Filtrum ausgewaschen, die Flüssigkeit selbst zur Trockenheit abgedampft und der Rückstand geglüht. Das geschmolzene Salz wog 0,589 Gr. Es wurde in Wasser gelöst und durch salzsaures Platinoxyd praecipitirt, die von dem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit abgedampft, der Rückstand geglüht, wieder in Wasser gelöst, um das metallische Platin zu entfernen, abgedampft und geglüht. So wurden 0,352 Gr. schwefelsaures Lithion erhalten = 0,110 Gr. Lithion = 4,206 pr. C. Für das schwefelsaure Kali bleiben mithin 0,237 Gr. = 0,12815 Gr. Kali = 4,900 pr. C. Das schwefelsaure Lithion wurde durch essigsaures Blei in kohlensaures verwandelt und das kohlensaure Salz zur Krystallisation der freiwilligen Verdunstung überlassen; es bildeten sich aber keine Krystalle von kohlensaurem Natron, und die Flüssigkeit lieferte, zwei ganz kleine Krystalle von doppeltkohlensaurem Kali abgerechnet, welche sich als solche durch ihre Unveränderlichkeit an der Luft erwiesen, bis ans Ende kohlensaures Lithion.

c) Der durch Ammoniak bewirkte braune Niederschlag (in *b*) wurde in Salzsäure gelöst und mit einem Ueberschufs von caustischer Kalilösung gekocht. Die aus der alkalischen Flüssigkeit niedergeschlagene Alaunerde wog geglüht 0,3698 Gr. = 14,141 pr. C. Alaunerde.

d) Die von der Kalilauge zurückgelassene braune Masse wurde in Salzsäure gelöst, und aus dieser Auflösung durch bernsteinsaures Ammoniak das Eisen

Digitized by Google

präcipitirt. Es wurden 0,47 Gr. Eisenoxyd erhalten = 17,973 pr. C.

e) Die Flüssigkeit wurde jetzt mit Hydrothion-Ammoniak versetzt, der entstandene Niederschlag in Salzsäure gelöst und das Manganoxyd durch kohlensaures Kali kochend gefällt. Es wurden 0,1196 Gr. Manganoxyd erhalten = 4,575 pr. C. In der durch Hydrothion-Ammoniak praecipitirten Flüssigkeit brachte, nachdem der Ueberschuss des Hydrothion-Ammoniaks verjagt worden war, kohlensaures Kali, welches damit gekocht wurde, keinen Niederschlag mehr hervor; ein Beweis der Abwesenheit der Bittererde.

Diesem nach besteht dieser Glimmer in 100 Theilen aus:

Kieselerde . .	46,233
Alaunerde . .	14,141
Eisenoxyd . .	17,973
Manganoxyd . .	4,573
Kali . . .	4,900
Lithion . . .	4,206
	92,026

B. Analyse durch kohlensaures Natron, mit besonderer Berücksichtigung des Flussäure-Gehalts.

a) 3,085 Gramme des mit der Scheere in kleine Stücke zerschnittenen Glimmers wurden mit dem vierfachen ihres Gewichts von basisch kohlensaurem Natron gemengt und eine Stunde lang einer heftigen Rothglühhitze ausgesetzt. Es wurde eine grüne zusammengeschmolzene Masse erhalten, an welcher da und dort ziegelrothe Punkte sichtbar waren. Wasser, durch welches dieselbe aufgeweicht wurde, färbte sich

Digitized by Google

ſattgrün und es blieb ein brauner Bodenſatz ungelöſt. Man lieſs die grüne Flüſſigkeit in einem bedeckten Glaſe ſo lange ſtehen, bis ſie ſich gänzlich entfärbt hatte, filtrirte ſie hierauf und laugte die braune Maſſe auf dem Filtrum mit kochendem Waſſer aus. Da jedoch auf dieſe Weiſe eine völlige Auslaugung kaum erreicht werden zu können ſchien, ſo wurde zuletzt der Rückſtand auf dem Filtrum mit kalter verdünnter Salzſäure übergoſſen, welche denſelben mit Zurücklaſſung von etwas gallerartiger Kieſelerde auflöſte. Man wuſch dieſe letztere längere Zeit mit kaltem, ſalzſäurehaltigem Waſſer, zuletzt mit kochendem Waſſer aus. Die ſalzſaure Auflöſung wurde nun durch die zuerſt erhaltene alkaliſche Flüſſigkeit praecipitirt und der Niederſchlag, nachdem die darüber ſtehende Flüſſigkeit zuvor zum Sieden gebracht und nachher mit einer Auflöſung von kohlenſaurem Ammoniak digerirt worden war, auf demſelben Filtrum ausgelaugt. Die alkaliſche Flüſſigkeit wurde nun mit Salzſäure überſättigt, 24 Stunden lang in einer flachen Schaale auf einem warmen Ofen ſtehen gelaſſen, um die Kohlenſäure auszutreiben, hierauf in einem luftdicht zu verſchlieſsenden Glaſe durch ſalzſauren Kalk und einen Ueberſchluſs von cauſtiſchem Ammoniak niedergeſchlagen. Der mit der nöthigen Vorſicht geſammelte fluſsſaure Kalk wog geglüht 0,4248 Gr. = 3,761 p. C. Fluſsſäure. Bei einer näheren Unterſuchung dieſes fluſsſauren Kalks konnte keine Spur von Phosphorſäure entdeckt werden. Als nach Entfernung des fluſsſauren Kalks die Flüſſigkeit mit Salzſäure überſättigt und abgedampft wurde, blieb beim Wiederauflöſen in Waſſer keine Kieſelerde zurück.

b) Der von der alkaliſchen Flüſſigkeit (in a) durchs

Filtrum getrennte Niederſchlag wurde mit warmer verdünnter Salzſäure ausgelaugt, wobei ein Theil der Kieſelerde zurückblieb. Die ſalzſaure Auflöſung wurde zur Trockenheit eingedampft und die ausgeſchiedene Kieſelerde auf daſſelbe Filtrum gebracht; ſie wog geglüht 1,422 Gr. = 46,094 p. Ct.

c) Die Flüſſigkeit wurde nun durch cauſtiſches Ammoniak praecipitirt und der entſtandene Niederſchlag mittelſt Kalilöſung, bernſteinſauren Ammoniaks u. ſ. f. in 22,191 p. Ct. Alaunerde und 13,841 p. Ct. Eiſenoxyd zerlegt; zugleich ließs ſich noch etwas Mangan ausſcheiden.

d) Die ammoniakaliſche Flüſſigkeit (in c) wurde abgedampft und das (in c) ausgeſchiedene Manganoxyd, in Salzſäure aufgelöſt, zu derſelben hinzugefügt und die Flüſſigkeit nun durch Hydrothion-Ammoniak praecipitirt. Das aus dem Schwefel-Mangan durch Behandlung mit Salzſäure und baſiſch kohlenſaurem Kali ausgeſchiedene kohlenſaure Manganoxydul gab 2,109 p. Ct. Manganoxyd.

Die Analyſe mit kohlenſaurem Natron gab daher folgendes Reſultat:

Kieſelerde	46,094	
Alaunerde	22,191	
Eiſenoxyd	13,841	
Manganoxyd	2,109	
Flußſäure	3,761	
Kali	4,900	nach A.
Lithion	4,206	
	97,102	

Legt man dagegen die Analyſe A mit kohlenſaurem Baryt zu Grunde, ſo erhält man:

Digitized by Google

Kieſelerde . .	46,233
Alaunerde . .	14,141
Eiſenoxyd . .	17,973
Manganoxyd . .	4,573
Kali . . .	4,900
Lithion . . .	4,206
Flufsſäure . .	3,761
	95,787

Bei der Vergleichung dieſer beiden Reſultate ergiebt ſich eine beträchtliche Verſchiedenheit in der relativen Menge der Alaunerde und des Eiſenoxyds, ungeachtet der analyſirte Glimmer von einer und derſelben Kriſtalldruſe genommen worden war. In beiden Fällen wurde die Alaunerde von dem Eiſenoxyd durch einen Ueberſchufs von caufiſchem Kali getrennt, ſo dafs die alkaliſche Flüſſigkeit durch Zuſatz von etwas Salzſäure zwar getrübt wurde, die Trübung aber durch Umrühren wieder verſchwand. Auch löſte ſich das Eiſenoxyd bei A und B durch mäſsige Digeſtion in Salzſäure vollkommen auf. Da Eiſenoxyd und Alaunerde iſomorph ſind, ſo läſst es ſich wohl einſehen, wie beide einander wechſelſeitig vertreten können; auffallend bleibt es aber auf jeden Fall, dafs unmittelbar zuſammengewachſene Kryſtalle ſolche Verſchiedenheiten zeigen. Ein ähnliches Verhalten hat übrigens Herr Bredberg bei Granaten von Sala wahrgenommen, welche dem Auſſehen und dem Verhalten vor dem Löthrohr nach einander vollkommen glichen, dort fand ſich noch überdiefs Bittererde durch den mit ihr iſomorphen Kalk vertreten. — Es mufs jedoch bemerkt werden, dafs der Sauerſtoff der Alaunerde ſammt dem des Eiſenoxyds bei B gröſser iſt als bei A.

Digitized by Google

C. Beſtimmung des Waſſergehalts.

2,167 Gramme Glimmer wurden in einem Platintiegel eine Stunde lang einer ſehr heftigen Hitze ausgeſetzt. Es wurde eine graulichſchwarze geſchmolzene Maſſe erhalten, und der Gewichtsverluſt betrug 0,831 p. Ct. Dieſes entſpricht daher bei weitem nicht der ganzen Menge der Fluſsſäure; und wenn die Fluſsſäure wirklich durchs Glühen ausgetrieben würde, ſo würde ſie als Kieſelfluſsſäure entweichen, und der Gewichtsverluſt müſste daher das Gewicht der wirklich in dem Glimmer enthaltenen Fluſsſäure um vieles überſteigen. Da noch überdieſs dieſer Glimmer, wenn er für ſich im Kolben erhitzt wird, Spuren von Feuchtigkeit von ſich giebt, ſo möchte wohl der erhaltene Gewichtsverluſt dem gröſsten Theil nach auf Rechnung von hygroskopiſchem Waſſer geſchrieben werden dürfen. Um jedoch völlige Gewiſsheit darüber zu erhalten, daſs die Fluſsſäure durchs Glühen aus dieſem Glimmer *nicht* ausgetrieben wird, wurde der geſchmolzene Glimmer mit dem 4fachen ſeines Gewichts von baſiſch kohlenſaurem Natron bedeckt und von neuem einer ſehr heftigen, 2 Stunden lange anhaltenden Glühhitze ausgeſetzt. Die Maſſe wurde in Waſſer aufgeweicht und mit kochendem Waſſer ausgelaugt. Der nicht aufgelöſte Theil löſte ſich in Salzſäure mit Zurücklaſſung von etwas gallertartiger Kieſelerde gänzlich auf; das Glühen mit kohlenſaurem Natron hatte mithin eine vollſtändige Aufſchlieſsung bewirkt. Die alkaliſche Flüſſigkeit wurde mit kohlenſaurem Ammoniak digerirt, von dem entſtandenen Niederſchlag abfiltrirt und mit Salzſäure überſättigt. Statt daſs nun aber die Kohlenſäure, wie früher, dadurch ausgetrieben wurde, daſs man die ſaure Flüſſigkeit in einem flachen Gefäſs auf einen lauwarmen Ofen ſtellte, brachte man dieſe unter den Recipienten einer Luftpumpe ſo lange, bis gar keine Gasblaſen mehr ſich entwickelten, und verfuhr nun, um die Quantität der Fluſsſäure zu beſtimmen, auf dieſelbe Weiſe, wie zuvor. Es wurden 0,6766 Gr. geglühter fluſsſaurer Kalk erhalten, welche 8,530 p. Ct. Fluſsſäure entſprechen. Die Menge der Fluſsſäure war daher bei dieſem Verſuch mehr als das Doppelte von der bei B erhaltenen. — Wir müſſen es übrigens vor der Hand dahin

Digitized by Google

geſtellt ſeyn laſſen, ob die gröſsere Menge Fluſsſäure, welche in dieſem letzteren Verſuch erhalten wurde, einzig dem Umſtand zuzuſchreiben iſt, daſs zur Austreibung der Kohlenſäure ſtatt einer etwas erhöhten Temperatur blos Aufhebung des Luftdrucks angewandt wurde.

Zufolge den in A und C erhaltenen Reſultaten wird die Zuſammenſetzung dieſes Glimmers folgende:

Kieſelerde . .	46,233
Alaunerde . .	14,141
Eiſenoxyd . .	17,973
Manganoxyd . .	4,573
Kali . . .	4,900
Lithion . . .	4,206
Fluſsſäure . .	8,530
Waſſer . . .	0,831
	101,387

Wenn man einerſeits die Allgemeinheit des Vorkommens der Fluſsſäure in den Glimmern, andererſeits die ſehr beträchtliche Menge derſelben in den Lithion-Glimmern in Erwägung zieht, ſo muſs man ſich überzeugen, daſs dieſe Säure für den Glimmer von einer groſsen Bedeutung iſt, wenn ſie auch gleich in manchen Glimmerarten nur in ſehr geringer Menge enthalten ſeyn ſollte. Es ſcheint in dieſer Beziehung ein unmerklicher Uebergang vom Glimmer zu dem Talk Statt zu finden, ſo wie auch in Hinſicht des Bittererdgehalts von dem Talk zu dem Glimmer durch die einaxigen Glimmer ein Uebergang gebildet wird. — Auch in Abſicht auf geognoſtiſche Verhältniſſe zeigen ſich Uebergänge vom Glimmer zum Talk; häufig erſetzt in den Urgebirgen Talk den Glimmer, und vom Glimmerſchiefer findet oft ein unmerklicher Uebergang zum Talkſchiefer Statt, ſo daſs bisweilen nicht einmal die Farbe ſich ändert, wenn die eine Gebirgsart in die andere übergeht. — Aus einer vergleichenden und ausgedehnten Unterſuchung verſchiedener Talke mit ſolchen Glimmern namentlich, welche unter ähnlichen Verhältniſſen vorkommen, würden ſich gewiſs in mehrfacher Beziehung intereſſante Reſultate ergeben.

Digitized by Google

VII.

Methode, Arſenik von Nickel und Kobalt zu ſcheiden;

von

F. Wöhler.

Die Methoden, deren man ſich bis jetzt bedient, um Nickel und Kobalt frei von Arſenik zu erhalten, entſprechen entweder ihrem Zwecke nicht vollkommen, oder ſind, wenn ſich durch dieſelben eine vollſtändige Scheidung bewirken läſst, ſehr beſchwerlich und langwierig, wie vorzüglich die mit Schwefelwaſſerſtoffgas. Da ſich viele Metallverbindungen durch Schmelzen mit Schwefelleber in Schwefelmetalle verwandeln laſſen, und da Schwefelarſenik ſowohl auf trocknem als naſſem Wege in Schwefelkalium leicht auflöslich iſt, ſo verſuchte ich, ob ſich dieſe Eigenſchaften vielleicht zur Abſcheidung des Arſeniks von jenen Metallen benutzen lieſsen; und ich glaube in der That hierdurch eine vollkommen genaue, ſichere, leicht ausführbare und zugleich wenig koſtbare Methode gefunden zu haben.

Ich ſchmolz fein gepulverten Nickel-Speiſs*) mit der dreifachen Menge kohlenſauren Kalis und eben ſo viel Schwefel in einem bedeckten heſſiſchen Tiegel zuſammen. Die erkaltete Maſſe wurde mit Waſſer übergoſſen, welches Schwefelleber auflöſte und ein kryſtalliniſches, meſſinggelbes Pulver zurückliefs, wel-

*) Dieſe Maſſe ſchien nichts anderes als geſchmolzener Kupfernickel zu ſeyn.

Digitized by Google

ches Schwefelnickel war und welches wohl ausgewaſchen wurde. Die Schwefelleber-Auflöſung ließs, mit Salzſäure verſetzt, einen dicken gelben Niederſchlag von Schwefelarſenik fallen. Um mich von der Abweſenheit des Arſeniks in dem ſo erhaltenen Schwefelnickel zu überzeugen, wurde ungefähr eine Unze davon in Salpeterſäure aufgelöſt. Der dabei zurückbleibende Schwefel war vollkommen arſenikfrei. Durch die ſaure Auflöſung wurde 24 Stunden lang ein Strom von Schwefelwaſſerſtoffgas geleitet, ſo daſs ſie zuletzt ganz mit dieſem Gaſe geſättigt war. Es war aber dadurch nur ein geringer ſchwarzbrauner Niederſchlag entſtanden, welcher hauptſächlich aus Schwefelkupfer beſtand. Er wurde mit etwas Salpeter verpufft, die Maſſe dann mit Waſſer behandelt und die Auflöſung mit Kalkwaſſer vermiſcht, wodurch ein höchſt unbedeutender Niederſchlag entſtand, der nur kohlenſaurer Kalk war. Auch das beim Verpuffen entſtandene Kupferoxyd zeigte ſich vor dem Löthrohre ganz arſenikfrei. Bei einem anderen Verſuche, bei welchem die Hitze zu ſtark geweſen und dadurch das Schwefelnickel zuſammen gebacken war, erhielt ich auf dieſe Weiſe aus einer ungefähr gleichen Menge Schwefelnickels kaum 1 Milligramm arſenikſauren Kalk, — eine ſo geringe Menge, daſs ſie, wenn ſie auch nicht zufällig wäre, doch gewiſs kaum in Betracht kommen könnte.

Beim Zuſammenſchmelzen des Nickelerzes mit Kali und Schwefel darf man keine ſo ſtarke Hitze geben, daſs ſich das gebildete Schwefelnickel zu einer einigermaſsen zuſammenhängenden Maſſe anſammeln kann. In dieſem Falle kann es von der arſenikhaltigen Hepar mechaniſch eingeſchloſſen enthalten, die

Digitized by Google

ſich dann nur unſicher durch Waſſer ausziehen läſst. Mäſsige Rothglühhitze, wodurch das Gemiſch eben in Fluſs kommt, iſt vollkommen hinreichend. Beim Auflöſen der Maſſe im Waſſer bleibt dann das Schwefelnickel als ein feines kryſtalliniſches Pulver zurück. Wenn man dieſe Operation mit groſsen Quantitäten auf einmal vornehmen wollte, um z. B. auf dieſe Weiſe reines Nickel zur Packfong-Bereitung darzuſtellen, ſo kann man dazu gewöhnliche Pottaſche nehmen. Das erhaltene Schwefelnickel muſs gut ausgewaſchen werden, und dabei hat man den groſsen Vortheil, daſs dieſs nicht etwa auf einem Filtrum zu geſchehen braucht, ſondern daſs es durch bloſses Decantiren und zwar ſehr bald ausgewaſchen werden kann, weil ſich das Metallpulver immer wieder ſehr ſchnell abſetzt.

Wenn man ſich dieſer Methode bei der Darſtellung kleinerer Mengen chemiſch reinen Nickels oder bei analytiſchen Arbeiten bedienen will, ſo kann man, um ſicher zu ſeyn, daſs auch die geringſte Spur von Arſenik entfernt werde, das erhaltene Schwefelnickel noch einmal mit Kali und Schwefel zuſammenſchmelzen.

Alles, was ich hier in Bezug auf das Nickel geſagt habe, gilt auch für das Kobalt, nur daſs hier die Beobachtung der zuletzt genannten Vorſicht, nämlich das Schwefelmetall noch einmal mit Hepar zu ſchmelzen, eine unumgängliche Bedingung zu ſeyn ſcheint. Denn ſo oft ich die aus ſo erhaltenem Schwefelkobalt bereitete Auflöſung wie vorher mit Schwefelwaſſerſtoffgas prüfte, erhielt ich immer entweder ſogleich ein wenig eines

braungelben Niederſchlags aus Schwefelkupfer und Schwefelarſenik beſtehend, oder es ſetzte die Flüſſigkeit, in dem Maſse, als das Schwefelwaſſerſtoffgas aus ihr verdampfte, etwas Schwefelarſenik ab. Indeſs war die Menge des zurückgebliebenen Arſeniks immer ſehr unbedeutend. Aber das zum zweiten Male mit Schwefel und Kali geſchmolzene Schwefelkobalt iſt vollkommen arſenikfrei. Zu dieſen Verſuchen wandte ich kryſtalliſirten Glanzkobalt von Tunaberg an.

Digitized by Google

VIII.

Ueber die Trennung der Titanſäure von der Zirkonerde;

von

J. J. Berzelius *).

Die Titanſäure gehört zu den Körpern, die ſich am ſchwierigſten aus ihrer Verbindung mit einigen Erdarten abſcheiden laſſen, und ſie hat z. B. mit Zirkonerde ſo gemeinſchaftliche Charaktere, daſs bis jetzt keine Methode bekannt iſt, um ſie quantitativ von dieſer zu trennen. Bei der Zerlegung eines Minerales (des Polymignits, d. Ann. III. 205), welches beide Körper enthielt, habe ich einige Verſuche gemacht, die, obgleich ſie negativ ſind, es dennoch verdienen hier mitgetheilt zu werden. Man giebt gewöhnlich an, daſs Zirkonerde in kohlenſauren Alkalien auflöslich ſey, ohne Gleiches für die Titanſäure poſitiv zu behaupten. Ich habe gefunden, daſs unter denſelben Umſtänden von beiden ungefähr gleichviel aufgelöſt wird. Die Titanſalze werden bisweilen nicht vom ſchwefelſauren Kali gefällt, beſonders wenn ſie ſauer ſind; enthalten ſie aber Zirkonerde, ſo wird titanſaure Zirkonerde gefällt. Nach dem Glühen ſind beide in Säuren unlöslich. Die Zirkonerde kann indeſs, nachdem ſie zu einem feinen Pulver zerrieben iſt, in Schwefelſäure auf-

*) Entnommen aus dem Jahresbericht des Hrn. Verfaſſers für 1826.

Digitized by Google

gelöst werden, wenn man sie mit concentrirter, durch die Hälfte ihres Gewichtes an Wasser verdünnter, Säure übergiefst und damit zur Trockne verdunstet, zuletzt bei einer solchen Temperatur, dafs der Ueberschufs an Säure verdampft; sie kann dabei nach Verdunstung der Säure ein gelindes Glühen ertragen. Dasselbe ist der Fall mit Titansäure; beide werden alsdann von Wasser aufgelöst. Zwischen ihnen ist aber der wesentliche Unterschied, dafs die Auflösung der Zirkonerde nicht durch Kochen gefällt wird, die Titan-Auflösung hingegen nicht nur durch Verdünnung getrübt, sondern auch bei starker Verdünnung so vollständig durchs Kochen gefällt wird, dafs die filtrirte Flüssigkeit keine Spur von einem Titangehalt zeigt, weder mit Ammoniak noch mit Galläpfel-Tinktur. Es scheint demnach, als könnte man sich dieser Eigenschaft zur Scheidung bedienen, besser wie irgend eine andere Ungleichheit zwischen ihnen; wenn man aber die zusammengemischte Auflösung beider auf diese Art behandelt, so wird sie wohl trübe und setzt etwas Titansäure ab, aber das Meiste bleibt in der Auflösung zurück. Die Auflösung der Titansäure wird durch Blutlaugensalz gefällt, die der Zirkonerde nicht. Zusammengemischt, wird keine von beiden gefällt, und schon gefälltes Cyan-Titan-Eisen wird zu einer braunen Flüssigkeit von dem Zirkonerdesalze aufgelöst (ich habe mich der schwefelsauren Zirkonerde bei diesem Versuche bedient). Wird die Mischung mit Blutlaugensalz gekocht, so trübt sie sich und es wird unter Entwicklung von Blausäure ein gelber Niederschlag gebildet. Die filtrirte Flüssigkeit enthält weder Zirkonerde noch Titansäure. Es ist jedoch glaublich, dafs in diesem Versuche die Gegenwart der Schwefelsäure und des Kalis zur Fällung der Zirkonerde beiträgt. Um Titansäure von Eisenoxyd zu trennen, löst man die frisch gefällte Titansäure in Weinsäure auf und setzt Ammoniak hinzu, wodurch nichts gefällt wird. Hydrothion-Ammoniak schlägt alsdann das Eisen nieder und nach Verdunstung der filtrirten Flüssigkeit und Glühen bleibt die Titansäure eisenfrei zurück (Vergl. d. Ann. III. 163 u. 208). Da aber ganz dasselbe bei der Zirkonerde Statt findet, so kann diese Methode nicht angewandt werden, um sie von der Titansäure abzuscheiden.

Digitized by Google

IX.

Verſuch zur Beſeitigung der vom Herrn Profeſſor und Ritter Parrot angegebenen Schwierigkeiten in der Theorie der Ebbe und Fluth;

von

M. Moritz Wilhelm Drobisch,
Privatdocenten an der Univerſität zu Leipzig.

Im ſechsten Stück des vorigen Jahrgangs der Annalen hat Hr. Prof. Parrot in Dorpat auf eine ſchon früher in ſeinem Grundriſs der Phyſik der Erde und Geologie angezeigte, ihm unüberwindlich ſcheinende, Schwierigkeit in der Theorie der Ebbe und Fluth aufmerkſam gemacht, hierauf mit gröſser Beſcheidenheit verſucht, dieſelbe durch eine neue Hypotheſe zu heben, und endlich Herrn Hofrath Gauſs, als den erſten theoretiſchen Aſtronomen Deutſchlands, aufgefordert, ſein Urtheil und, im Falle der Miſsbilligung der neuen Anſicht, Belehrung zu geben. Unter ſolchen Umſtänden kann es einem dem gröſsern gelehrten Publikum ſo gut als völlig Unbekannten als eine ziemliche Anmaſsung ausgelegt werden, wenn er unaufgefordert es verſucht, über den fraglichen Gegenſtand eine Antwort zu geben. Gegen dieſen Verdacht nun wünſcht ſich der Einſender dieſes Aufſatzes im Voraus dadurch zu verwahren, daſs er frei bekennt, er halte im vorliegenden Falle Horaz's Regel für anwendbar:

> Ne deus intersit nisi dignus vindice nodus
> Inciderit. — — —

Digitized by Google

Uebrigens enthält er sich jeder Kritik der Hypothese des Hrn. Parrot und giebt seine Ansicht, die ihm hauptsächlich der grossen Einfachheit wegen und weil sie keiner neuen Hülfssätze bedarf, empfehlenswerth schien, ganz — *salvo meliori judicio.*

Dass unbeschadet der bewundernswerthen Uebereinstimmung zwischen Laplace's Rechnungen und den Erfahrungen über Ebbe und Fluth, doch der vom Hrn. Prof. Parrot bezeichnete Punkt weder durch die Werke dieses Meisters, noch durch die Darstellungen der Theorie jener Erscheinung in den besten Handbüchern der Astronomie und Physik vollkommen deutlich erläutert wird, darüber dürften wohl, wenn man die Sache gründlich und vorurtheilsfrei untersuchen will, viele übereinstimmen. Die Schwierigkeit bestand immer darin, mit Deutlichkeit die eigentliche Ursache anzugeben, warum stets auch der Punkt der Erdoberfläche, in dessen Nadir der Mond steht, Fluth hat. Mond und Erde werden bei der Erklärung des Phänomens, wie billig, anfangs als ruhend angenommen, und es findet dann folgende Alternative Statt: Entweder wird der Mittelpunkt der Erde mit grösserer Stärke angezogen als die Punkte des die Erdkugel bedeckenden Fluidums an der Oberfläche der abgewandten Seite, hingegen schwächer als die Wassertheile des Ortes, in dessen Zenith der Mond steht — und es muss demzufolge der Erdkörper sammt dem Meere eine *fallende Bewegung gegen den Mond* annehmen, wo dann die dem Monde nähere Wassermasse eine grössere Geschwindigkeit erhält als der Mittelpunkt der Erde und der mit ihm fest verbundene Erdkörper, und aus diesem Grunde dem letzte-

Digitized by Google

ren voreilt, und eben so die entfernteren Theile der Wasserhülle mit ihrer geringern Geschwindigkeit gegen den Mittelpunkt und den festen Körper zurückbleiben; — oder es muss die bekannte Wirkungsart der Attraction als ungenügend zur *vollständigen* Erklärung der Erscheinung angesehen werden. Zwar sucht man der Folgerung einer wirklichen Bewegung der Erde gegen den Mond häufig dadurch auszuweichen, dass man sagt, die Erde werde *gleichsam* unter dem Meere, das die vom Monde abgekehrte Seite bedeckt, hinweggezogen; oder man drückt sich aus: der feste Körper habe ein *Bestreben*, sich von den anliegenden Wassertheilen zu entfernen; aber was das Erstere betrifft, so kann man billig fragen, was hinter dem „gleichsam" für ein „*wirklich*" sich verstecke, und im andern Falle wird ein Bestreben *ohne* Erfolg nichts erklären, denn in diesem Falle müsste man ja die Anziehungskraft als gehemmt, als aufgehoben betrachten, und Alles würde an der Erde in unverändertem Zustande bleiben; aus einem Bestreben *mit* Erfolg aber würde sich eben die fallende Bewegung der Erde gegen den Mond als nothwendig ergeben.

Obgleich nun, wie auch Hr. Prof. Parrot richtig gezeigt hat, eine *annähernde* Bewegung der Erde zum Monde auf keine Weise, wenigstens nicht in dem Grade Statt finden kann, als zur Erklärung des vorliegenden Phänomens hinreichend wäre, ohne längst bemerkt worden zu seyn, so scheint doch bis jetzt Niemand bei der Darstellung der Theorie der Ebbe und Fluth daran gedacht zu haben, dass die Erde wirklich, nach einem bekannten Satze, der in der allgemeinen Mecha-

Digitized by Google

nik *) oder in der physischen Astronomie **) vorgetragen wird, in jedem Augenblicke eine *fallende Bewegung* gegen den Mond hat, ohne sich demselben im Geringsten zu nähern. Dass sich nämlich der Mond um die *gegen ihn als ruhend* betrachtete Erde bewege, ist eben so sehr blos annäherungsweise wahr, als dass die Sonne in Bezug auf die Planeten ruhe; die strenge Wahrheit ist: Auch wenn sich die Erde nicht um die Sonne bewegte, so würde sie doch mit dem Monde zugleich um den ihr mit diesem gemeinschaftlichen Schwerpunkt, welcher zwischen beiden in der ihre Mittelpunkte verbindenden geraden Linie in einer Entfernung vom Centrum der Erde liegt, die durch den Quotienten aus der Summe der Mond- und Erdmasse in das Produkt aus der Mondmasse in den Abstand der Mittelpunkte beider Körper ausgedrückt wird, eine der Mondbahn vollkommen ähnliche Bahn beschreiben. Durch die Bewegung der Erde um die Sonne wird nun ihr durch den Umlauf des Mondes bewirkter Umschwung um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt (der, als fortschreitende Bewegung, sorgfältig von der Axendrehung zu unterscheiden ist) keinesweges aufgehoben, sondern es wird nur die so beschriebene kleine Bahn gleich der des Mondes um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt, von der Sonne aus gesehen, aus einer elliptischen in eine epicykloidische verwandelt, was aber, wo blos von den Verhältnissen zwischen dem Mond und der Erde die Rede ist, nicht

*) s. z. B. Poisson traité de mécanique T. II. n. 320. p. 17.

**) vgl. Bohnenberger's Astronomie §. 294 ff. S. 514.

Digitized by Google

berückſichtigt zu werden braucht. Indem alſo die Erde eine elliptiſche Bewegung um den ihr mit dem Monde gemeinſchaftlichen Schwerpunkt hat, läſst ſich dieſe auf die bekannte Weiſe in eine tangentiale und in eine centripetale zerlegen. Um ſo viel, als dieſe letztere beträgt, fällt folglich bei dieſer Bewegung der Mittelpunkt der Erde gegen den gemeinſamen Schwerpunkt, oder, was in Hinſicht auf die Richtung einerlei iſt, gegen den Mond, und da es nur die anziehende Kraft des letzteren iſt, welche dieſe Wirkung hervorbringt, ſo werden die Geſchwindigkeiten, mit denen der Mittelpunkt der Erde und verſchiedene Punkte der flüſſigen Oberfläche fallen, umgekehrt den Quadraten ihrer Abſtände vom Monde proportionirt ſeyn, was nun ganz mit dem ſtimmt, was die gewöhnliche Anſicht giebt: es wird der dem Mond am nächſten liegende Punkt der Oberfläche am ſtärkſten, der Mittelpunkt ſchwächer, der dem erſteren Punkte diametral entgegengeſetzte am ſchwächſten angezogen werden, ſo daſs in dem erſten und letzten Fluth ſeyn muſs.

Daſs man an dieſe ganz bekannte Bewegung der Erde bisher bei der Darſtellung der Theorie der Ebbe und Fluth nicht gedacht und auf dieſe Weiſe, wie mich dünkt, die ehemaligen Einwürfe der Carteſianer *) nicht kräftiger widerlegt hat, dürfte vielleicht aus dem Umſtande begreiflich ſeyn, daſs man in den aſtronomiſchen Tafeln bei der Beſtimmung des geocentriſchen Ortes des Mondes die Erde immer als ruhend anſieht, und, da es nur auf die relative Bahn des

*) S. Lalande abrégé d'astronomie, Par. 1795. No. 1082. p. 403.

Digitized by Google

Mondes ankommt, diejenigen Modificationen im Stande deſſelben gegen die Erde, die von der Bewegung der letzteren um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt abhängen, der Bewegung des Mondes zuſchreibt.

Sollte es noch Hrn. Hofrath Gauſs gefallen, ſein entſcheidendes Urtheil über die vorliegende Materie in dieſen Annalen abzugeben, ſo dürfte vielleicht von der bekannten Humanität deſſelben auch der Einſender dieſes Aufſatzes eine kurze Beurtheilung ſeiner Meinung hoffen.

Digitized by Google

X.

Ueber den Einfluſs der Temperatur auf die Intenſität der magnetiſchen Kraft und über die täglichen Veränderungen in der Intenſität des Erdmagnetismus;

von

Hrn. S. H. Christie.

Im vorigen Hefte in einem Zuſatze zu der Abhandlung des Hrn. Sabine wurde angeführt, daſs Hr. Christie über den hier in der Ueberſchrift genannten Gegenſtand eine Unterſuchung in den Philosoph. Transact. für 1825 pt. 1. bekannt gemacht habe. Da dieſer Gegenſtand wichtig iſt und es wohl für die Leſer Intereſſe hat, die Arbeit etwas näher zu kennen, ſo theile ich hier die Ueberſicht mit, worin Hr. Chr. am Ende der Abhandlung die Hauptreſultate ſeiner Unterſuchung zuſammengeſtellt hat. Die Aufnahme des Ganzen ſcheint mir nicht nöthig, da leicht ein Jeder durch die Dauer der Schwingungen einer Magnetnadel bei verſchiedenen Temperaturen dieſen Gegenſtand einer Prüfung unterwerfen kann. Hr. Christie hat indeſs ſeine Verſuche nicht auf dieſem Wege angeſtellt. Vielmehr leitete er ſeine Reſultate aus der Wirkung ab, die ein in Waſſer gelegter und darin beliebig erwärmter Magnetſtab auf eine in der Nähe befindliche Magnetnadel ausübte. Aus einer groſsen Anzahl ſolcher Verſuche zieht er den Schluſs, daſs, wenn die Intenſität, welche die von ihm gebrauchten Magnetſtäbe bei 60° F. beſaſsen,

Digitized by Google

zur Einheit angenommen wird, ein jeder Temperaturanwuchs von einem Grad Fahrenheit eine Verringerung von 0,000564 in der Intenſität bewirkt.

Da nun das Nämliche oder faſt das Nämliche bei allen Magneten Statt finden muſs, ſo iſt es offenbar nothwendig, „bemerkt Hr. Chr.“ daſs überall da, wo die Intenſität des Erdmagnetismus aus den Schwingungen einer Magnetnadel abgeleitet werden ſoll, Sorge getragen werde, die Beobachtungen genau in derſelben Temperatur zu machen, oder, wenn man die Wirkung der Temperaturveränderungen zuvor mit Genauigkeit beſtimmt hat, daſs die Beobachtungen nach den bei ihnen Statt gefundenen Temperaturdifferenzen corrigirt werden. Es iſt mir nicht bekannt, daſs irgend jemand bis jetzt verſucht habe, eine ſolche Correction anzubringen. Aus den von mir angeſtellten Verſuchen iſt es aber klar, daſs, um aus den Schwingungen einer Magnetnadel an verſchiedenen Orten der Erde, wo die Temperatur bei den Beobachtungen faſt nothwendig verſchieden iſt, genaue Reſultate abzuleiten, dieſe Temperaturen aufgezeichnet, und die Schwingungszeiten auf eine Normaltemperatur reducirt werden müſſen. Es ſcheint mir, daſs die Wirkungen der Temperatur auf groſse und kräftige Magnete am merklichſten ſeyn müſſen, und wenn man ſolche anwendet, iſt es folglich am nöthigſten, eine Reduction wegen der Temperaturveränderungen zu machen. Dieſe Reduction würde nicht ſchwierig ſeyn, wenn man die Zu- und Abnahme der Intenſität, die einer gewiſſen Ab- und Zunahme in der Temperatur entſpricht, in Theilen der Intenſität eines jeden Magneten ausdrücken könnte. Um dieſes mit Ge-

Digitized by Google

nauigkeit zu bewerkſtelligen, iſt jedoch eine groſse Reihe von Verſuchen mit Magneten von verſchiedener Intenſität erforderlich. Da ich dieſe aber noch nicht angeſtellt habe, ſo muſs ich mich für die Gegenwart begnügen, einige Thatſachen anzugeben, die ich durch Verſuche von einer gröſseren Ausdehnung als die ſchon angeführten ausgemittelt habe, und das Detail derſelben bis zu einer anderen Gelegenheit verſparen.

Dieſe Verſuche wurden mit einer Torſionswage angeſtellt, in welcher die Nadel an einem Meſſingdraht von $\frac{1}{250}$ Zoll im Durchmeſſer aufgehängt war. Durch ſie habe ich die folgenden Verſuche gefunden:

1. Als mit — 3° F. (— 15°,5 R.) anfangend, die Temperatur bis 127° F. erhöht wurde, nahmen die Magnete an Intenſität ab, ſo wie ihre Temperatur zunahm. Da es während des Winters faſt gänzlich an Schnee fehlte, ſo war ich nicht im Stande, die Temperatur der groſsen Magnete, welche ich gebrauchte, weiter zu erniedrigen. Durch einen in Gemeinſchaft mit Hrn. Faraday in der Royal Institution angeſtellten Verſuch, bei welchem ein kleiner Magnet in mit Schwefelkohlenſtoff befeuchteter Leinewand eingewikkelt und über Schwefelſäure unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht wurde, fand ich jedoch, daſs die Intenſität des Magneten, ſo weit als die Temperatur erniedrigt wurde, *zunahm*, und daſs dieſelbe abnahm, wenn die Luft wieder in den Recipienten einſtrömte und folglich die Temperatur des Magneten erhöht wurde. Dieſs ſteht in directem Widerſpruch mit der Meinung, daſs der Magnetismus der Magnetnadel

Digitized by Google

durch Einwirkung einer intenſiven Kälte zerſtört werde.

2. Die Abnahme der Intenſität wächſt zwar ſo wie die Temperatur ſteigt, aber es findet zwiſchen ihr und dem Temperaturanwuchs kein für alle Temperaturen conſtantes Verhältniſs Statt.

3. Von ungefähr 80° F. an, nimmt die Intenſität mit ſteigender Temperatur ſehr ſchnell ab, ſo daſs, wenn auch bis zu jener Temperatur die Unterſchiede in den Abnahmen nahe conſtant ſind, was auszumitteln eine Genauigkeit erfordert, die die Natur dieſer Verſuche vielleicht nicht zuläſst, dennoch über dieſe Temperatur hinaus die Differenzen in der Abnahme wachſen.

4. Ueber die Temperatur von 100° F. hinaus wird ein Theil der Kraft des Magneten bleibend zerſtört.

5. Bei einer Temperaturveränderung wird der beträchtlichſte Theil der Wirkung auf die Intenſität des Magneten augenblicklich erzeugt, und dieſs beweiſt, daſs die magnetiſche Kraft ſich an der Oberfläche ſelbſt oder ſehr nahe darunter aufhält. [Hr. Poiſſon hat indeſs von einem ähnlichen von Hrn. Barlow für die weichen Eiſenmaſſen ausgeſprochenen Satz gezeigt, daſs er irrig ſey. Vergl. d. Ann. Bd. LXXVII S. 315]. Dieſs iſt vorzüglich bemerkbar, wenn die Temperatur des Magneten erhöht wird, wobei, nachdem der erſte Effect erzeugt iſt, nur eine geringe Veränderung in der Intenſität Statt findet. Verringert man hingegen die Temperatur des Magneten, ſo ſcheint es, obgleich der ganze Effect augenblicklich erzeugt wird, daſs der Magnet noch eine Zeit lang fortfährt etwas an Kraft zu gewinnen.

Digitized by Google

6. Die durch Temperaturveränderungen auf unpolarisches (weiches) Eisen erzeugten Wirkungen sind gerade die umgekehrten von denen, die auf einen Magnet erzeugt werden. Eine Zunahme der Temperatur erzeugt eine Zunahme der magnetischen Kraft des Eisens. Die Gränzen, zwischen welchen ich die Beobachtungen anstellte, waren 50° und 100° F. Dass eine Temperaturerhöhung auf Eisen gerade die umgekehrte Wirkung hat wie auf einen Magneten, halte ich für eine Widerlegung jener Hypothese: dass das Eisen vermöge der ihm von der Erde mitgetheilten Polarität auf die Magnetnadel wirke.

Digitized by Google

XI.

Ueber die bei Tage beobachteten Sternſchnuppenartigen Erſcheinungen und ein zur Zeit einer Sonnenfinſterniſs geſehenes ungewöhnliches Feuermeteor.

Unter den in dieſem Hefte von Hrn. Dr. Chladni zuſammengeſtellten Beobachtungen über Feuermeteore, wurde auch auf S. 163 die mitgetheilt, daſs Hr. Prof. Hansteen bei Tage ein leuchtendes Meteor durch das Geſichtsfeld ſeines Fernrohrs hindurchgehen ſah, welches derſelbe für eine Sternſchnuppe erklärte. Dieſe Beobachtung, aus dem Magaz. for Naturvidenskaberne I. 813. in das Edinburger Philosoph. Journal übertragen, hat Hrn. Thomas Dick zu einigen (in No. XXV. 167. der letzteren Zeitſchrift mitgetheilten) Bemerkungen Gelegenheit gegeben, die, wenn gleich ſie zwar keineswegs die Folgerung des Hrn. Prof. H. entkräften, doch geeignet ſind, auf eine ſonderbare Erſcheinung verwandter Natur aufmerkſam zu machen.

Hr. Dick machte nämlich vor ungefähr zwölf Jahren mit einem parallactiſch aufgeſtellten Fernrohr häufig Beobachtungen bei Tage, um unter andern auszumitteln, welche Sterne und Planeten am Tage zu ſehen ſeyen und wie nahe bei der Sonne. In dieſer Abſicht betrachtete er denn auch häufig die Venus in der Nähe dieſes Geſtirns. Ich war nicht wenig überraſcht, „ſagt Hr. D.“ als ich während der Betrachtung dieſes Planeten zu verſchiedenen Zeiten einen Körper

Digitized by Google

quer durch das Gesichtsfeld des Fernrohrs gehen sah, welcher anscheinend mehr oder weniger die Gröfse der Venus hatte, so dafs ich häufig diesen Körper mit den Planeten verwechselte, bis seine schnelle Bewegung die Täuschung aufdeckte. Zuweilen gingen *vier* oder *fünf* dieser Körper durch das Gesichtsfeld, manchmal in senkrechter, manchmal in horizontaler Richtung. Es schienen leuchtende Körper zu seyn, die einigermafsen das Ansehen eines Planeten besafsen, der bei Tage mit einem Fernrohr von mäfsig vergröfsernder Kraft betrachtet wird. Ihre Bahn war fast geradlinig, ging indefs zuweilen in eine Wellen- oder Schlangenform über, und sie schienen sich in dem 70 Mal vergröfsernden Fernrohr mit beträchtlicher Schnelligkeit zu bewegen. Ich war auf lange Zeit verlegen, was ich von der Natur dieser Körper halten sollte; da ich indefs Gelegenheit hatte, diese Beobachtungen fast an jedem heitern Tage nahe zwölf Monate hindurch anzustellen, so fügte es sich oft, dafs ich diese Erscheinung unter verschiedenen Gestalten erblickte, und dadurch wurde ich zuletzt im Stande eine bestimmte Meinung über die Ursache derselben zu fassen. In einigen Fällen schienen die erwähnten Körper gröfser als gewöhnlich und sich auch schneller zu bewegen; alsdann konnte ich deutlich wahrnehmen, dafs sie nichts anderes waren, als Vögel von verschiedener Gröfse und in anscheinend verschiedenen Entfernungen, deren convexe Oberfläche in gewissen Lagen die Sonnenstrahlen stark reflectirte. In andern Fällen, wenn sie kleiner erschienen, war ihre wahre Gestalt, vermöge ihrer Bewegung und Entfernung, nicht zu erkennen. Als ich an ei-

Digitized by Google

nem heifsen Sommertage meine Beobachtungen machte, nahm ich ähnliche Erfcheinungen wahr, die ich mit allem Grund einer Menge von Inſekten zuſchreiben konnte, welche in nicht groſser Entfernung vor dem Fernrohr herumflogen.

Hr. Dick zieht nun hieraus den Schluſs, daſs das, was Hr. Hansteen ſah und für eine Sternſchnuppe hielt, ebenfalls ein vorüberfliegender Vogel müſſe geweſen ſeyn, und findet ſich in dieſer Meinung noch dadurch beſtärkt, daſs jener die Bahn des Meteores nicht als völlig geradlinig, ſondern etwas ſchlangenförmig und die einer aufſteigenden Rakete ähnlich angiebt. Daſs dieſe Folgerung des Hrn. D., auch bei völliger Richtigkeit der von ihm gemachten Beobachtungen ſehr übereilt iſt, muſs wohl jedem Leſer einleuchtend ſeyn.

Der verſtorbene B. Martin, „fährt Hr. D. fort“ ſcheint durch eine ähnliche Erſcheinung getäuſcht worden zu ſeyn und aus dieſer einen Schluſs gezogen zu haben, der in etwas dem von Hrn. H. ähnlich iſt. In ſeiner Philosophia Brittannica Vol. III. p. 85 et 86, theilt er, bei Beſchreibung des Sonnenmikroskop und der Erſcheinungen, welche daſſelbe in einem finſtern Zimmer zeigt, folgende Erzählung mit:

„Ich kann nicht unterlaſſen hier eine ſehr *ungewöhnliche Erſcheinung* anzuführen, welche ich vor ungefähr 10 Jahren in meinem finſtern Zimmer beobachtete. Das Fenſter dieſes Zimmers liegt nach Weſten und die Thurmſpitze der Chichester Kathedrale ſteht in einer Entfernung von ungefähr 50 oder 60 Ellen gerade vor demſelben. Ich beobachtete oft zu meinem Vergnügen wie ergötzlich

Digitized by Google

die Sonne hinter den Thurm trat und von dieſem auf einige Zeit verfinſtert wurde; das Bild des Thurmes und der Sonne war ſehr groſs, da ich eine Linſe von 12 Fuſs Brennweite gebrauchte. Einſt als ich die Bedeckung der Sonne durch den Thurm beobachtete, und gerade als die Scheibe verſchwunden war, ſah ich *mehrere kleine glänzende, runde Körper* oder *Kugeln* nach der Sonne hin laufen, die ſelbſt bis auf 20 Zoll von jener ab, von den finſtern Theil des Zimmers ausgingen. Sie bewegten ſich etwas unregelmäſsig, jedoch geradlinig, und ſchienen bei Annäherung an die Sonne beſchleunigt zu werden. Eben ſo erſchienen dieſe leuchtenden Kugeln auf der andern Seite des Thurmes und gingen der Sonne voraus, indem ſie in den finſtern Raum hinein liefen, mehr oder weniger auf dieſelbe Art, wie ſie der Sonne vor ihrer Verdunklung gefolgt waren. Sie ſchienen im Allgemeinen einen Durchmeſſer von ungefähr $\frac{1}{10}$ Zoll zu beſitzen, und muſsten daher *ſehr groſse*, am Himmel befindliche, *leuchtende Kugeln* ſeyn, deren Licht durch das der Sonne verdunkelt ward, ſo daſs ſie nicht im freien Tageslicht zum Vorſchein kamen. Was für eine Art von Materien oder Körpern ſie aber mögen geweſen ſeyn, konnte ich nicht errathen.“

Hr. Dick betrachtet auch dieſe Erſcheinung als durch Vögel veranlaſst, die in beträchtlicher Entfernung vorüberflogen. Der Herausgeber des Edinburger Philosoph. Journals fügt hinzu: Ein Aſtronom, der in Geſellſchaft Mehrerer im Sommer 1821 zu London beſchäftigt war, die Venus nahe bei der Sonne mit einem Newton'ſchen Teleskope zu betrachten, habe in Verlauf einer halben Stunde zu wiederholten

Digitized by Google

Malen eine Erſcheinung von gleicher Art mit der von Hrn. Dick beſchriebenen beobachtet. Es gingen nämlich in jeder Richtung kleine glänzende Körper durch das Geſichtsfeld des Fernrohrs, die dem Planeten nicht unähnlich waren und ſich von dieſem nur durch ihre Bewegung unterſcheiden ließen. Während die Beobachter dieſe Erſcheinung bewunderten, kam ein ausgezeichneter Phyſiker hinzu, dem man die Umſtände mittheilte. Dieſer ſprach indeſs von der Erſcheinung, als von einer ihm ganz bekannten, und ſagte, er halte die im Fernrohr geſehenen Körper für nichts anders, als für wolligen Saamen gewiſſer Pflanzen, der in der Luft herumfliege und von der Sonne ſtark erleuchtet werde.

Hr. Arago, der die vorhin erwähnte Beobachtung des Hrn. Prof. Hansteen in den Annales de Chimie et Physique T. XXX. p. 416 anführt, macht zugleich über Hrn. Dick's Erklärung derſelben folgende Bemerkung.

Ohne läugnen zu wollen, daſs nicht das Licht, welches von den Federn eines Vogels in ſehr ſchiefer Richtung reflectirt wird, zuweilen eine ähnliche Erſcheinung wie die von Hrn. Hansteen beſchriebene erzeugen könne, glaube ich doch, daſs dieſe Erklärung nicht allgemein angenommen werden darf. Beim Beobachten der Sonne am Repetitionskreiſe, habe ich wohl hundert Mal, und ſelbſt bei gefärbten Gläſern vor dem Ocular, groſse Lichtpunkte durch das Geſichtsfeld des Fernrohrs hindurch wandern ſehen *).

*) Aehnliche oder viel mehr ganz gleiche Erſcheinungen ſind auch häufig vom Prof. Bode wahrgenommen worden, wie

Digitized by Google

Sie erſchienen zu deutlich begränzt, als daſs man nicht hätte annehmen müſſen, ſie wären entfernt geweſen, und ſie beſpannten zu groſse Winkel, um ſich vorſtellen zu können, daſs ſie durch Vögel veranlaſst worden wären. Ich glaubte zuweilen zu bemerken, daſs dieſe Punkte ſich häufiger in denjenigen Jahreszeiten zeigten, in welchen groſse Mengen von Spinnengeweben durch die Winde in unſerer Atmoſphäre herumgeführt werden. Auf jeden Fall verdient dieſe Erſcheinung näher unterſucht zu werden. Warum ſollte es auch nicht Sternſchnuppen bei Tage geben, ſo gut wie in der Nacht? Wer könnte behaupten, daſs, wenn dieſe Meteore an den äuſserſten Gränzen der Atmoſphäre entſtehen, ihre Bildung nicht durch die Gegenwart der Sonne begünſtigt werde? Ich überlaſſe es dem Leſer zu entſcheiden, ob nicht die ſo eben erwähnten Erſcheinungen einige Aehnlichkeit haben mit der folgenden, deren Beſchreibung ich aus einem untern 5. Oct. 1820 von dem Unter-Präfecten von Embrun Hrn. Serres an den Präſidenten der Akademie der Wiſſenſchaften gerichteten Brief entnehme (und hier im Auszuge mitgetheilt wird).

— — Am 7ten des letzten Monates ungefähr um $1\frac{3}{4}$ Uhr Nachmittags, wie Alles die Sonnenfinſterniſs beobachtete, kam mir die Luſt an, ins Freie zu gehen. Indem ich durch die Stadt ging, ſah ich zunächſt auf einem der öffentlichen Plätze eine beträchtliche Menge Menſchen jung und alt von beiderlei Geſchlecht

man aus deſſ. aſtronom. Jahrb. für 1816 S. 148 od. aus dieſ. Ann. Bd. 56. S. 388 erſehen kann, wo Hr. Dr. Chladni dieſelben angeführt hat.

Digitized by Google

verſammelt, welche die Augen nach der Seite der Sonne wandten. Unter dieſer Menge erkannte ich bloſs einen jungen Studioſus der Rechte, Namens Cézanne; indeſs nur an die Sonnenfinſterniſs denkend, ging ich vorüber, ohne zu bemerken, daſs man an der Stelle, wo ſich dieſer junge Mann und die ihn umgebenden Perſonen befanden, die Sonne gar nicht ſehen konnte; dieſs lieſs mich in dem Glauben, daſs jedermann die Sonnenfinſterniſs beobachtete, wie ich ſelbſt es ſo eben gethan hatte.

Weiterhin begegnete ich einer ähnlichen Gruppe, welche gleichfalls die Augen auf die Sonne gerichtet hatte. Da ich aber dieſsmal bemerkte, daſs die Leute in einer Straſse und durchaus im Schatten ſtanden, ſo wurde mir klar, daſs ſie etwas anderes als die Sonnenfinſterniſs betrachten müſsten. Ich erkundigte mich alſo bei dem Thierarzt Hrn. Thommé, der ſich unter der Menge befand, was es denn ſey, wornach man ſehe. Er antwortete mir: wir betrachten die Sterne, welche ſich von der Sonne abſondern. — Was ſagen Sie da? — Ja, mein Herr; aber ſehen Sie ſelbſt, das wird das Kürzeſte ſeyn. — Ich blickte hin und ſah in der That, zwar nicht Sterne, aber Feuerkugeln von dem Durchmeſſer der gröſsten Sterne, welche in verſchiedenen Richtungen von der oberen Halbkugel der Sonne mit einer unberechenbaren Geſchwindigkeit ausgeworfen wurden; dieſe Wurfgeſchwindigkeit ſchien für alle dieſelbe zu ſeyn, aber dennoch erreichten nicht alle dieſelbe Entfernung.

Dieſe Kugeln wurden in gleichen und ziemlich kleinen Zwiſchenzeiten ausgeworfen; oft mehrere zugleich, aber immer unter ſich divergirend. Einige

Digitized by Google

liefen in gerader Linie fort und verlöschten in der Ferne; andere beschrieben eine paraboliſche Linie und verlöschten ebenſo; andere endlich kehrten, nachdem ſie ſich in directer Linie bis zu einem gewiſſen Abſtande entfernt hatten, auf derſelben Linie zurück, und ſchienen noch leuchtend wieder in die Sonnenſcheibe einzutreten. Ein etwas dunkelblauer Himmel bildete den Grund zu dieſem prächtigen Schauſpiel. — — Ich habe noch vergeſſen zu ſagen, daſs ich während meiner Beobachtung hinter einem Hauſe ſtand, und deshalb die Sonne ſelbſt, nicht ſehen konnte; derjenige meiner Geſichtsſtrahlen, welcher an der Firſt des Daches vorbei ging, lag ein wenig vom Rande der Sonne entfernt. Die Sonnenfinſterniſs war damals im Abnehmen.

Sie werden leicht denken, mein Herr, wie groſs mein Erſtaunen war bei Anſicht dieſes eben ſo majeſtätiſchen als für mich ſo neuen Schauſpieles. Ich brauche nur zu ſagen, daſs es mir unmöglich war den Blick eher davon abzuwenden, als bis es aufhörte ſichtbar zu ſeyn; dieſs geſchah nach und nach in dem Maaſse als die Finſterniſs abnahm und die Sonnenſtrahlen wieder ihren gewöhnlichen Glanz bekamen. Dieſs bemerkten auch die übrigen Perſonen. Eine von ihnen ſetzte hinzu, als ich mich von der Menge trennte, „daſs die Sonne um ſo mehr Sterne ausſendete als ſie bleicher war“. Als ich von meinem Erſtaunen über dieſe bewundenswürdige Erſcheinung zurückgekommen war, wollte ich von den beiden vorhin erwähnten Perſonen wiſſen, durch wen und wie ſie Kenntniſs von jener erhalten hätten. Hr. Thommé antwortete mir, daſs ihm, als er aus dem Pferdeſtall her-

Digitized by Google

ausgetreten wäre, eine Frau zugeschrien habe: „Kommt doch, Hr. Thommé, und seht die Feuerflammen, welche aus der Sonne herausschiessen“. Als er auf diese Einladung sich zu ihr begab, sah er zum ersten Mal in seinem Leben die Erscheinung, zu deren Anblick er mir selbst verhalf. Der junge Cézanne sagte mir, es wären Kinder von zehn und zwölf Jahren gewesen, welche jene zuerst erblickten, und erstaunt über die Sache geschrien hätten: „Seht, seht doch“; und so hätte sich ein Haufe versammelt, zu dem ich kurz darauf hinzugekommen wäre; er habe mir nichts gesagt in der Meinung, dass ich mit der Erscheinung, die er in dem Augenblick bewunderte, bekannt seyn würde.

Digitized by Google

Taf. IV

Fig. 2.

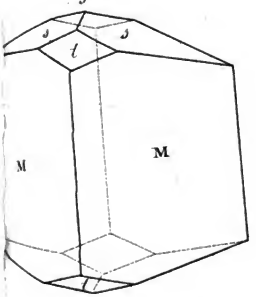


Fig. 3.

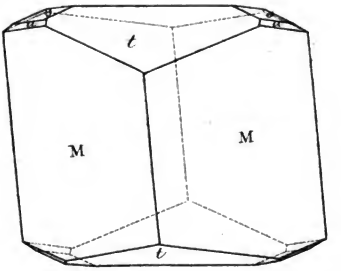


Fig. 5.

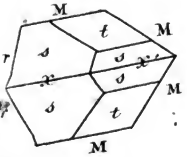


Fig. 1.

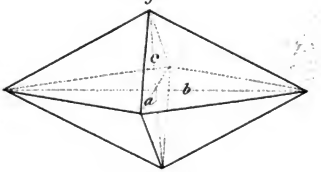


Fig. 4.

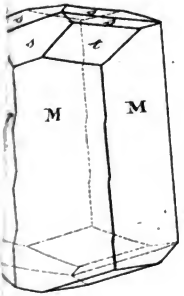


Fig. 6.

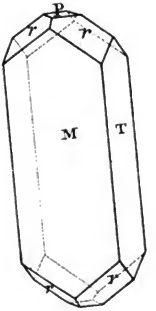
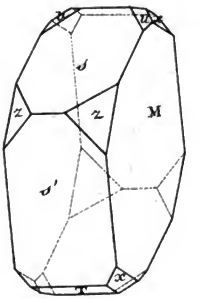


Fig. 7.



Ann. d. Phys. u. Chem. B. 6. St. 2

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1826, DRITTES STÜCK.

I.

Ueber die magnetiſche Polariſation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz;

von

Dr. T. J. Seebeck.

(Beſchluſs.)

45. Die in §31 (S. 17) angeführten Platin-, Gold- und Kupferſorten wurden nicht bloſs magnetiſch, wenn ihrer zwei von gleichnamiger Art in Form von Stangen oder Blechſtreifen mit einander verbunden waren, wo dann ſchon eine mäſsige Erwärmung eines der Berührungspunkte eine nicht unbeträchtliche Polarität erregte; ſondern die meiſten dieſer Metalle wurden auch dann noch magnetiſch polar, als ſie nur *einfache* und durchaus gleichartige Kreiſe bildeten, und ein Theil derſelben in der Temperatur erhöht oder erniedrigt wurde. Ein gleiches Verhalten zeigten mehrere andere Metalle, von denen einige zu den *homogenſten* gezählt werden müſſen, die überhaupt zu dieſen Verſuchen angewandt worden. Alle *einfachen* Kreiſe erforderten jedoch, um in gleichen magnetiſchen Zuſtand mit den aus zwei Sorten eines Metalles

Digitized by Google

zuſammengeſetzten Ketten verſetzt zu werden; eine bedeutend ſtärkere partielle Temperaturerhöhung als dieſe.

Am Stärkſten wurde die magnetiſche Polarität in den *einfachen* Metallkreiſen gefunden, wenn ein Theil derſelben ſich im flieſsenden oder glühenden Zuſtand befand, und wenn die Enden des die Bouſſole umſchlieſsenden gleichartigen Metallbogens wechſelsweiſe in den flieſsenden Theil eingetaucht wurden; oder wenn das eine Ende eines nicht oxydirbaren Metallbogens glühend mit dem andern kalten Ende deſſelben in Berührung gebracht wurde.

Durch Cupellation gereinigtes Silber zeigte bei dieſem Verfahren folgendes Verhalten. Wurde das *untere* Ende des die Bouſſole umſchlieſsenden Silberbogens in das in *Süden* ſtehende, *flieſsende*, gleichartige Metall getaucht, das *obere* Ende nachher, ſo erfolgte eine *öſtliche* Declination der Magnetnadel; wurde hingegen das *obere* Ende *zuerſt*, das *untere zuletzt* eingetaucht, ſo war die Declination *weſtlich*. Vollkommen in Ruhe blieb aber die Nadel, wenn die beiden kalten Enden des Bogens *zugleich* in das flieſsende Metall eingetaucht wurden. Eine gleiche obwohl ſchwächere Wirkung auf die Magnetnadel fand auch dann noch Statt, als das Silber im Tiegel bereits erſtarrt war und aufgehört hatte zu glühen, wofern nur das eine Ende des Bügels längere Zeit mit jenem in Berührung blieb als das andere.

Ein gleiches Verhalten bei gleicher Lage der Theile, zeigten unter dieſen Umſtänden *Zink* und *Gold* No. 2.

Entgegengeſetzte Declinationen der Magnetnadel

Digitized by Google

gaben aber auf dieſe Art *Platina* No. 1, *Kupfer* No. 1 und No. 2, und *Meſſing* No. 2.

Blei (ſowohl käufliches als gereinigtes) und Zinn hingegen zeigten in Form von einfachen Bogen auch unter den ſcheinbar günſtigſten Bedingungen *keine* Wirkung auf die Magnetnadel. Eine deutliche, ja ſo gar eine ziemlich lebhafte Declination der Magnetnadel fand aber Statt, wenn die Enden des die Bouſſole umgebenden *Zinnes* in flieſsendes *Blei*, oder umgekehrt, wenn die Enden eines Bogens von *Blei* auf die mehrmals erwähnte Art in flieſsendes Zinn eingetaucht wurden.

Die folgende Tafel giebt die Declinationen der Magnetnadel, welche innerhalb der einfachen Kreiſe aller unterſuchten Metalle Statt fanden, wenn die Enden der Bogen in *Süden* lagen, und das *obere* Ende das *heiſsere* war.

Einfache Metallbogen	Declinationen der Magnetnadel innerhalb derſelben.
1) Wismuth	ſchwach öſtlich
2) Nickel	ziemlich lebhaft öſtlich
3) Legirung aus { Kupfer 2 Th. / Nickel 1 " }	ſehr ſchwach öſtlich
4) Palladium	ſtärker öſtlich
5) Platin No. 1	" öſtlich
7) Kupfer No. 6	ungleich, *öſtlich* ſowohl als *weſtlich*
11) Gold No. 1	zuerſt *öſtlich*, ſtärker erhitzt *weſtlich*
12) Kupfer No. 1	" öſtlich
13) Meſſing No. 2	zuerſt öſtlich, ſtärker erhitzt weſtlich
16) Blei	Null
17) Zinn	Null
18) Platina No. 3	ſehr ſchwach *öſtlich*
21) Kupfer No. 2	ſtärker *öſtlich*

Digitized by Google

24) Gold No. 2	ſtärker *weſtlich*
25) Silber	- *weſtlich*
26) Zink	- *weſtlich*
29) Platin No. 4	Null
30) Cadmium	ſtärker weſtlich
31) Stahl	ſchwach weſtlich
32) Stabeiſen	- weſtlich
34) Antimon	ungleich, in einigen *weſtlich* in andern *öſtlich*.

Wismuth und *Antimon* ſind wegen ihrer Sprödigkeit, und *Eiſen*, *Stahl* und *Nickel* wegen ihrer die Beweglichkeit der Magnetnadel hemmenden Wirkung nicht wohl als einfache Bogen anzuwenden. Von dieſen Metallen waren Stangen und Blechſtreifen, von mindeſtens einem Fuſs Länge an Spiralen oder Blechſtreifen von ſolchen dehnbaren Metallen befeſtigt, welche mit jenen nur ſchwach magnetiſch werden und es war ſowohl bei dieſen Verſuchen als bei denen zur Reihebeſtimmung unternommenen die Vorſicht beobachtet worden, die Enden jener Stangen entweder nur mäſsig oder nur momentan ſtark zu erhitzen, auch war nicht eher zu einem zweiten Verſuch geſchritten worden, als bis dieſe ſich gänzlich abgekühlt hatten, damit jede aus der Temperaturveränderung am Berührungspunkt der beiden den Bogen bildenden Metalle zu befürchtende Störung vermieden werde.

In den Bogen von *Platin* No. 1, von *Silber*, *Gold* No. 2 und *Palladium* (welche Metalle ſämmtlich zu den dem chemiſch reinem Zuſtande am nächſten kommenden gehörten) war bei allen Graden der Temperaturdifferenz die magnetiſche Polariſation ihrer Richtung nach dieſelbe geblieben. Unter den Körpern, die eine *ungleiche* oder eine *veränderliche* magnetiſche Polarität zeigten, befand ſich eine Legirung (Meſſing

Digitized by Google

No. 2) und drei Metalle (Gold No. 1, Kupfer No. 0, Antimon), von denen zwei entſchieden eine fremdartige Beimiſchung enthielten. In den Bogen von *Gold* No. 1 und *Meſſing* No. 2 ſchien die Miſchung der Beſtandtheile ſehr gleichförmig zu ſeyn, denn beide Enden derſelben verhielten ſich auf den beiden eine entgegengeſetzte Polarität bewirkenden Stufen der Temperaturdifferenz ziemlich gleich. Im *Kupfer* No. 0 und dem *Antimon* war eine bleibende Verſchiedenheit der beiden Enden der Bogen die Urſache ihrer zwiefachen magnetiſchen Polariſation. Dieſs ergab ſich daraus, daſs die Declination der Magnetnadel ſchon bei den erſten Graden der Temperaturdifferenz der beiden Enden entgegengeſetzt ausfiel, je nachdem das eine oder das andere Ende das obere und zugleich das heiſsere war. Zwei Streifen von Kupfer No. 0* zeigten ein gleiches Verhalten bei gleicher Lage ihrer in der Temperatur verſchiedenen Theile. Beide Enden dieſer Bogen verhielten ſich in den erſten Graden der Temperaturdifferenz jedoch immer gleich gegen die zunächſt ſtehenden Metalle, Platina No. 1 und Gold No. 1, und daraus folgt, daſs ſich die beiden Enden eines Bogens von dieſem Kupfer, wie zwei Metalle von geringer Heterogenität verhielten. In einigen der aus *Antimon*ſtangen zuſammengeſetzten Bogen erfolgte bei gleicher Lage ihrer in der Temperatur verſchiedenen Theile immer eine *weſtliche*, in andern immer eine *öſtliche* Declination; ſelten jedoch verhielten ſich die vier Enden der mit einander verbundenen Stangen in der Wirkung gleich. Gegen *Tellur* und *Arſenik* verhielten ſich alle jene verſchiedenen *Antimon*ſtangen mit allen Enden gleich.

Digitized by Google

46. Nach dieſen Erfahrungen war es wichtig zu erforſchen, ob wohl Ringe, welche aus *Antimon*, und andern ihm ähnlichen Metallen in einem Guſse verfertigt worden, magnetiſchpolar gemacht werden könnten. Verſuche mit in Sandformen gegoſſenen Ringen und rectangulären Rahmen vom beſten hier im Handel vorkommenden *Antimon* gaben bejahende Reſultate; doch war die Polariſation bei Erwärmung gewiſſer Stellen am ſtärkſten, bei Erwärmung anderer am ſchwächſten, oder fehlte auch gänzlich. So z. B. war die Polarität in einem o″,5 dicken und 6″ im Durchmeſſer haltenden Ringe von *Antimon* die Polarität am *ſtärkſten*, wenn einer der beiden Punkte *a* und *b* Fig. 1 Taf. V. allein erwärmt wurde; es war aber keine Polarität an demſelben zu bemerken, wenn einer der Punkte *c* oder *d* erwärmt wurde. Bei Erwärmung eines zwiſchen *a* und *b* liegenden Punktes war die magnetiſche Polariſation verhältniſsmäſsig um ſo *ſtärker*, je näher er *a* und *b*, und um ſo *ſchwächer* je näher er *c* oder *d* lag. Bei gleichzeitiger und gleich ſtarker Erwärmung von *a* und *b* blieb der Ring unmagnetiſch, wie vorher, als die Temperatur deſſelben überall gleich war. Es geht hieraus hervor, daſs dieſer ſcheinbar homogene Ring aus zwei ungleichen einander entgegengeſetzten Hälften beſtand, die, wie auch weitere Verſuche beſtätigten, ſich als heterogene Metalle gegen einander verhielten, nämlich *a c b* als ein weſtliches und *a d b* als ein öſtliches Metall aus der magnetiſchen Reihe. In einem anderen Ringe von Antimon hatten jene vier Hauptpunkte eine andere Lage gegen einander und gegen die Einguſsſtelle, welche ſich in dem vorigen Ringe in *a* befand. Auch in kei-

Digitized by Google

nem der rectangulären Rahmen war die Lage jener Punkte der in den andern völlig gleich; doch alle diese Körper bestanden aus zwei einander entgegengesetzten, obwohl meist ungleichen Hälften.

Auch Versuche mit massiven gegossenen Ringen und Rahmen von käuflichen *Wismuth* zeigten, dass bei dem Guss sich eine Heterogenität in diesem bilde, die beträchtlich genug sey, um unter ähnlichen Bedingungen wie beim Antimon eine deutliche Polarität zu begründen. In einem Ringe von *Wismuth* lagen die beiden die stärkste Polarität erregenden Punkte in *a* und *b*, Taf. V. Fig. 2, einander beinahe diametral gegenüber und fast in gleichem Abstande von der Eingussstelle *g*. Die Hälfte *a c b* verhielt sich als *westliches* und *a d b* als *östliches* Metall.

Diese zur magnetischen Polarisation dieser Apparate erforderliche Heterogenität der Theile konnte aus einer während des Gusses sich bildenden ungleichen, doch regelmäfsigen Vertheilung der der Hauptmasse entweder ursprünglich beigemischten, oder während der Bearbeitung erst hinzugekommenen fremdartigen Körper erklärt werden. Hienach konnte man eine stärkere magnetische Polarität, als in den bisher angewandten einfachen Ringen, in ähnlichen, aus einigen der oben angewandten Alliagen verfertigten, Apparaten erwarten. Ein Versuch mit einem aus einer Mischung von 8 Thl. *Antimon* mit 3 Thl. *Zinn* gegossenen rectangulären Rahmen gab ein dieser Ansicht günstiges Resultat. Denn wenn die Declination der Magnetnadel in Rahmen von Antimon, welche mit jenem gleiche Gröfse hatten und gleich stark erwärmt wurden, höchstens 2 bis 3 Grade betrug, so stieg sie in den

Digitized by Google

Rahmen von Alliage, bei Erwärmung gewiſſer Stellen bis auf 10°, während ſie bei Erwärmung anderer Stellen auch hier Null blieb.

In einem gegoſſenen Rahmen von Meſſing war nicht eine Spur von magnetiſcher Polarität bemerklich zu machen. In dehnbaren und ſtrengflüſſigen Alliagen ſcheint ſich überhaupt nicht ſo leicht wie in ſpröden und leicht flüſſigen Alliagen die zur magnetiſchen Polarität nöthige Heterogenität zu bilden. Eben ſo wenig konnte an den, vor der Temperaturveränderung geſchloſſenen, einfachen Kreiſen von den reinſten der dehnbaren Metalle, wie z. B. von Platina No. 1, Gold No. 2, Silber und Kupfer No. 2 eine magnetiſche Polarität entdeckt werden. So war es auch nach allen im vorhergehenden Paragraphen angeführten Thatſachen zu erwarten, und die Verſuche mit geſchloſſenen Kreiſen beſtätigen alſo, daſs keine bleibende, ſondern nur eine vorübergehende Heterogenität die Urſache der ſchwachen magnetiſchen Polariſation ſey, die bei Schlieſsung zum Kreiſe eintritt *).

*) Alle dieſe Verſuche wurden der Akademie am 16. Aug. und 18. Oct. 1821 vorgelegt. Als ſpäter der Ring (Fig. 1. Taf. V.) von Antimon zerbrochen wurde, ſo fand ſich, daſs ſich die beiden Hälften deſſelben, welche ſich als heterogene Theile gegen einander verhalten hatten, in der kryſtalliniſchen Structur verſchieden waren. Die Hälfte, welche *öſtliche* genannt wurde, hatte ein feinkörniges kryſtalliniſches Gefüge, die *weſtliche* Hälfte dagegen war ſternförmig kryſtalliſirt. Dieſe Verſchiedenheit der Kryſtalliſation iſt eine Folge der ungleichen Art der Abkühlung des Metalls. Beim Gieſsen der Ringe wird nämlich der Theil der Form, durch welchen das Metall zuerſt fließt, heiſser als der übrige Theil; es erhält ſich alſo in jenem länger flüſſig und kryſtalliſirt langſamer als in dem kälteren

47. [Der Hr. Verfaſſer entwickelt in dieſem Abſchnitt ſeine Anſichten über die Bedingungen, welche zur Erzeugung, Aufhebung, und Umkehrung eines freien Magnetismus in den einfachen homogenen Metallbogen nöthig ſind und zeigt alsdann, wie ſich dieſe auf

Theil, wo das Metall ſchon abgekühlt ankommend, plötzlich erſtarrt, und dadurch ein feinkörniges, unregelmäſsiges Gefüge annimmt. Alle in kalten Formen (zumal in eiſernen) gegoſſene Stangen von Antimon wurden entweder der ganzen Länge nach, oder doch an dem *unteren* Ende *feinkörnig* kryſtalliſirt gefunden; die oberen Theile von dieſen (unter dem Einguſs) und die in erwärmten Formen gegoſſenen Stangen waren dagegen ſternförmig kryſtalliſirt, d. h. in Strahlen kryſtalliſirt, welche von der äuſseren Fläche gegen die Mitte zu angeſchoſſen waren.

Wurden ſolche Stangen von Antimon auf die Art kreisförmig mit einander verbunden, daſs man das *untere* Ende der einen mit dem *oberen* Ende der anderen in Berührung ſetzte, ſo verhielten ſie ſich wie die beiden Theile jenes Ringes von Antimon. Welches der Enden auch das wärmere war, immer ſtand das *untere* (feinkörnig kryſtalliſirte) in *Oſten*, das *obere* (ſternförmig kryſtalliſirte) in *Weſten*, wenn der warme Berührungspunkt ſich unten befand und die Kette mit ihrem *n* Pol gegen Norden gerichtet war. Wurden hingegen die gleichartigen Enden jener Stangen mit einander in Berührung gebracht, ſo fanden zwei verſchiedene Polariſationen Statt. Waren es die Enden aus dem unteren Theil der Form, welche verſchiedene Temperatur beſaſsen, ſo ſtellte ſich jedesmal das *kältere* Ende in Oſten, das *wärmere* in Weſten. — Gegen *Arſenik* und *Tellur* verhielten ſich jene beiden *Antimon*ſtangen, wie ſie auch verbunden ſeyn mochten, mit beiden Enden gleich. Auch die Bruchſtücke vom *Antimonringe* zeigten mit allen Flächen gegen Eiſen ein gleiches Verhalten.

Am *Wismuth* und an dem Alliage aus *Antimon* mit Zink war eine ſolche Verſchiedenheit in der kryſtalliniſchen Structur wie am *Antimon*ringe nicht zu bemerken.

Digitized by Google

die zweigliedrigen Ketten übertragen lassen. Dieser Abschnitt ist indess leider keines Auszuges fähig. Nur als Andeutung der Theorie des Hrn. Verfassers möge hier das Folgende ausgehoben seyn. Für das Uebrige muss ich den Leser der sich für diesen Gegenstand besonders interessirt auf das Original verweisen. (*P.*)]

Wird ein Metallbogen an dem einen Ende *a* erwärmt, so wird er dadurch in einen Zustand versetzt, welchen wir mit $\mp x$ bezeichnen wollen. In der Richtung, in welcher sich die Wärme in den übrigen kälteren Theilen des Bogens verbreitet, setzt sie überall jenen $\mp x$ Zustand, und in der entgegengesetzten Richtung, d. h. in der, in welcher die Erkältung der heissesten Theile erfolgt, oder in welcher die Kälte sich vom anderen Ende *b* des Bogens fortpflanzt, wird in den Körper $\pm x$ gesetzt. Die Wärmeleitung in diesen Körpern ist also nach der einen Seite zu ein Erwärmungs- und nach der entgegengesetzten Seite zu ein Erkältungsact, und es befindet sich der noch offene Bogen an jedem Punkte in der Richtung der Längendimension, nach der einen Seite zu in einem $\mp x$ und nach der anderen Seite zu in einem $\pm x$ Zustande, doch ist das Verhältniss dieser $\mp x$ und $\pm$ Zustände in jedem Theile ein anderes.

War nun $\mp x$ am *a* Ende, und $\pm x$ an *b* überwiegend, und dort (in den noch offenen Bogen) der Uebergang in den $\pm x$, und hier der Uebergang in den $\mp x$ Zustand am schwächsten gewesen; so wird dadurch, dass *a* und *b* (nachdem sie aus der Wärme- oder Kälte-Quelle entfernt worden) mit einander in Berührung gebracht werden, der schon begonnene Uebergang von *a* in $\pm x$ und von *b* in $\mp x$ Zustand, plötzlich beschleu-

Digitized by Google

nigt, und die *Wärme* wird, ſich von *a* aus nach zwei entgegengeſetzten Richtungen hin ausbreitend, aber einen ungleichen Widerſtand findend, ſo wie die *Kälte* ſich von *b* aus nach entgegengeſetzten Richtungen fortpflanzend und gleichfalls ungleichen Widerſtand findend, in dem ganzen geſchloſſenen Kreiſe eine Spannung ſeines $\mp x$ und $\pm x$ Zuſtandes bewirken, welche um ſo ſtärker iſt, je gröſser die Differenz der $\mp x$ und $\pm x$ Zuſtände von *a* und *b* iſt, je gröſser alſo auch der Widerſtand iſt, den *a* der Einwirkung von *b* und *b* der Einwirkung von *a* entgegengeſetzt, indem das erſtere in einem höheren $\mp x$ Zuſtande und *b* in einem höheren $\pm x$ Zuſtande zu beharren und langſamer in die entgegengeſetzten Zuſtände von $\pm$ und $\mp x$ überzugehen ſtrebt, als jedes von beiden durch das andere überzugehen angeregt wird. — Wie nun an dieſem, von dem Berührungspunkte ausgehenden, und hier am ſtärkſten beſtehenden Kampfe alle Theile des Kreiſes Antheil zu nehmen genöthigt ſind, ſo iſt es die allgemeine Spannung, in welche der ganze Kreis hindurch verſetzt wird, und die oscillirende Bewegung, durch welche das Gleichgewicht des $\mp x$ und $\pm x$ Zuſtandes in allen Theilen des Kreiſes ſich herſtellt, aus welchem die magnetiſche Polariſation deſſelben hervorgeht.

In einem gleichen polaren Gegenſatze, wie die in der Temperatur verſchiedenen Theile der einfachen Bogen, befinden ſich alle Metalle unſerer magnetiſchen Reihe gegen einander, und es verhalten ſich je zwei derſelben, welche mit einander zum Kreiſe verbunden worden, in einem doppelten Gegenſatze von $\mp x$ und $\pm x$, und zwar in der Art, daſs dasjenige, welches $\pm x$

Digitized by Google

iſt, an dem einen Berührungspunkte a, ſich als $\pm x$ Körper an dem anderen Berührungspunkte b verhält, in dem zugleich das andere Metall am Berührungspunkte a ſich als $\pm x$ und in b als $\mp x$ Körper gegen das erſtere verhält.

48*). Nach den, ſchon im § 45 genannten, Erfahrungen über die Veränderlichkeit des Standes der fremdartige Beimiſchungen enthaltenden Metalle in der magnetiſchen Reihe bei verſchiedenen Temperaturſtänden (zu welchen in dem vorhergehenden Paragraph noch ein Beiſpiel mehr in dem Alliage von 3 Thl. *Kupfer* und 1 Thl. *Antimon* aufgeführt wird, welches zum zweigliedrigen Kreiſe mit *Zink* verbunden ſeine Polarität umkehrt, ehe noch das Zink flieſst, hingegen mit Kupfer No. 2 verbunden auch bei ziemlich ſtarker Erwärmung des einen Berührungspunktes keine Umkehrung der Polarität erleidet), muſste ſich die Frage aufdrängen, ob nicht auſser *Gold* No. 1 auch die übrigen in § 31 S. 17 vorkommenden, gleichnamigen und mit verſchiedenen Nummern bezeichneten Metalle, nach ſtärkerer Erhitzung eines der Berührungspunkte derſelben, in der Verbindung mit den zwiſchen ihnen liegenden Metallen, eine andere Stellung gegen dieſe erhalten möchten als in den bisherigen Verſuchen nach mäſsiger Erwärmung, beſonders nachdem es ſich ergeben hatte, daſs dieſs nicht bloſs bei beträchtlicher Temperaturerhöhung des einen Berührungspunktes unter Kupfer No. 1, ſondern auch unter *Blei* und Platina No. 3 herabrücke.

*) Die Verſuche in dieſem Paragraphe ſind ſämmtlich am 11. Febr. 1822 angeſtellt worden, weshalb auch dieſer § als ein ſpäter hinzugefügter mit einem * bezeichnet worden iſt.

Digitized by Google

Es wurden daher in dieſer Beziehung mehrere Metalle zu zweigliedrigen Kreiſen verbunden und mit ihnen bei *höheren* Temperaturen, übrigens aber auf ähnliche Art wie in § 31, Verſuche angeſtellt. Die ſo gefundene für höhere Temperaturdifferenzen geltende Reihenfolge der Metalle, welche auf ähnliche Weiſe zu interpretiren iſt, wie die in § 31, zeigt die nachſtehende Tafel.

Oeſtlich	
1) Wismuth	11) Meſſing No. 1.
2) Nickel - Legirung	12) Kupfer No. 0.
3) Palladium	13) Kupfer No. 1.
4) Platin No. 1.	14) Gold No. 1.
5) Platin No. 3.	15) Kupfer No. 2.
6) Platin No. 4.	16) Gold No. 2.
7) Blei	17) Zink
8) Zinn	18) Silber
9) Stahl	19) Antimon
10) Stabeiſen	*Weſtlich*

Kupfer No. 1 trat ſchon bei Erhitzung des einen Berührungspunktes durch zwei Lampen unter *Blei* und *Zinn*; Kupfer No. 0 nahm aber erſt entſchieden die Stelle unter *Zinn* und Meſſing No. 1 an, wenn dieſe Metalle ſich im *flieſsenden* und *glühenden* Zuſtande befanden. Meſſing No. 1 rückte ſchon bei mäſsiger Erhitzung unter *Blei* und *Zinn*. Gold No. 1 bei der bis zum Glühen getriebenen Erhitzung beider Metalle über Kupfer No. 2; es iſt aber wohl kaum zu zweifeln, daſs es ſich auch *unter* dieſes und dem Golde No. 2 näher ſtellen werde, wenn es ſich im Fluſſe befindet, und wohl noch früher.

Das reine *Platin* No. 1 finden wir in dieſer Tafel unverändert an derſelben Stelle, welche es in der

Digitized by Google

Reihe § 31 (S. 17) eingenommen hatte. Die *Platinaſorten No. 3* und *No. 4* dagegen, deren tieferer Stand in der Reihe, bei den erſten Verſuchen, fremdartigen Beimiſchungen zugeſchrieben wurde, ſehen wir hier, nach ſtärkerer Erhitzung des einen Berührungspunktes derſelben, mit allen zwiſchen den äuſserſten Gränzen jener Platinaſorten der erſten Tafel befindlichen Metallen, *über* dieſe zu der reinen Platina hinaufgerückt, gleichſam als ob die Platina in jenen Legirungen No. 3 und No. 4 erſt in höherer Temperatur vorwirkend würde und als ob vorher die Beimiſchungen oder die mit fremdartigen Theilen vermiſchte Platina (als einfacher Körper angeſehen) das Uebergewicht gehabt und die magnetiſche Polariſation beſtimmt hätte.

Ferner findet ſich der *Stahl*, welcher rothglühend war, ſogar über Kupfer No. 0 und Meſſing No. 1 hinaufgerückt und auch weiches Stabeiſen*) an derſelben Stelle zwiſchen Zinn und Meſſing No. 1. Dem vermehrten Gehalt an Kohlenſtoff im Stahl und Eiſen, ihnen zugeführt aus der zur Erwärmung angewandten

*) Am Stabeiſen hat Hr. Cumming, Profeſſor zu Dublin, welcher meine thermomagnetiſchen Verſuche ſeinerſeits weiter verfolgt hat, zuerſt ein doppeltes Verhalten gegen *Zink*, *Silber*, *Kupfer*, *Gold* und *Meſſing*, je nachdem eine ſtärkere oder ſchwächere Hitze angewendet wird, wahrgenommen. Das Kupfer von Hrn. Cumming ſcheint unſerem Kupfer No. 2 gleich zu ſeyn; dann aber iſt das Gold von Hrn. C. nicht chemiſch reines, ſondern den oben in der Tafel § 42 mit *k* bezeichneten Goldſtücken ähnliches geweſen. Hrn. Cummings Verſuche und Beobachtungen findet man in den Annals of Philoſophy No. 23, September und November. [Da die Verſuche des Hrn. C. weit unvollſtändiger ſind als die unſers Hrn. Verfaſſers, ſo halte ich es nicht für nöthig, ſie hier einzuſchalten. (*P.*)]

Digitized by Google

Weingeiſtflamme, mag wohl vorzüglich die veränderte Stellung derſelben gegen die vom *Zink* bis zum *Meſſing* No. 1 in Tafel S. 265 genannten Metalle zuzuſchreiben ſeyn. Jener Kohlenſtoff kann aber nur ſchwach mit dem Eiſen und Stahl verbunden ſeyn, da beide bei abnehmender Hitze wieder in ihre erſten Stellen unter den Zink zurücktreten. Dieſe Erſcheinung ſtimmt mit den in § 43 angeführten Thatſachen wohl überein. — Ueber *Zinn* und *Blei*, welche ſich in Tiegeln im glühenden Fluſs befanden, erhoben ſich weder das *Eiſen* noch der *Stahl*, vielleicht nur deshalb nicht, weil hier kein Zuwachs von Kohlenſtoff in denſelben Statt fand.

Auſserdem nehmen in der letzten Tafel noch *Silber* und *Zink* eine andere Stelle ein, wie in § 31. Das Zink, ſchleſiſches, wie es hier im Handel vorkommt, finden wir hier nach ſtärkerer Erhitzung zwiſchen Kapellen-Silber und reinem Golde. Wurde ein die Bouſſole umſchlieſsender, halb aus dieſem *Zink* und halb aus feinem *Silber* beſtehender Bogen mit flieſsendem und bis zum Glühen erhitzten Zink geſchloſſen, ſo erfolgte, wenn das den unteren Theil des Bogens bildende Silber, in das, in Süden ſtehende, flieſsende Metall zuerſt und der Zinkſtreifen zuletzt eingetaucht wurde, eine *öſtliche* Declination von ungefähr 40° Bewegung und ungefähr 15° feſten Stand der Magnetnadel, woraus ſich der in der letzten Tabelle angegebene Stand des Zinkes ergiebt. Wurde dagegen der Zinkſtreifen *zuerſt* und der Silberſtreifen *zuletzt* in das glühende Zink getaucht, ſo erfolgte zuerſt eine weſtliche Declination, die aber, wenn der Kreis geſchloſſen blieb, bald in eine *öſtliche* überging, und *öſtlich* blieb, ſo

Digitized by Google

lange das fliefsende Metall rothglühend war. Hatte die *weſtliche* Declination 15° — 20° Bewegung der Nadel betragen, ſo war die nachher folgende ſtehende *öſtliche* Declination 7° — 8°. Nur ſo lange das Zink glühte, fand in dieſer Lage der Glieder des Kreiſes eine öſtliche Declination Statt; wie das Zink aber kälter wurde, ſo erfolgte immer nur weſtliche Declination, nicht blofs, wenn der *Zink*ſtreifen, ſondern auch wenn der *Silber*ſtreifen zuerſt in das fliefsende Metall eingetaucht wurde, übereinſtimmend mit den früheren Beobachtungen, denen zufolge *Silber* über *Zink* in der Reihe § 31 geſetzt worden war.

Zink glühend und ſelbſt *brennend*, mit Kupfer No. 2 desgleichen mit *Gold* No. 3 zum Kreiſe verbunden, blieb unverändert *unter* dieſen Metallen ſtehen.

Wismuth und *Antimon* behaupteten auch nach Erhitzung bis zum Glühen ihre erſten Stellen an den äuſserſten Enden der Reihe, ja ſie wurden dann viel ſtärker magnetiſch als in niederen Temperaturgraden, *glühendes Wismuth* in der Verbindung mit *Platin* No. 1 und Antimon in der Verbindung mit glühendem und brennendem *Zink*.

Von den leichtflüſſigen Metallen waren in Thontiegeln bis zum Glühen erhitzt worden:

Blei in den Kreiſen mit Kupfer No. 0, Platin No. 1, Eiſen und Zinn.
Zinn - - - Kupfer No. 0, Platin No. 1, Eiſen, Stahl und Blei.
Zink - - - Kupfer No. 2, Silber, Gold No. 2, Blei, Zinn und Antimon.
Antimon - - - Platin No. 1.
Wismuth - - - Platin No. 1.
Meſſing - - - Kupfer No. 0.

Digitized by Google

In allen übrigen in letzterer Tabelle angeführten Verſuchen waren die Metallſtangen und Blechſtreifen mit meſſingenen Schraubenzwingen (doch getrennt von dieſen durch Porzellanſcheibchen) an einander befeſtigt und über einer doppelten Weingeiſtlampe erhitzt worden.

Eine Erſcheinung verdient noch angeführt zu werden, welche an einigen zweigliedrigen Kreiſen der letzten Art mehrmals wahrgenommen wurde. In Kreiſen von *Kupfer* mit Antimon oder von Kupfer mit Zink wurde nämlich bei ſchneller, ſtarker Erhitzung des einen Berührungspunktes von Zeit zu Zeit ein Klang gehört, wobei jedes Mal die Magnetnadel, deren Bewegung etwas geſtockt hatte, plötzlich weiter rückte und von dem erreichten Stande nicht wieder zurückkehrte. Auch bei der Abnahme der Declination, nach ausgelöſchten Lampen, glaubte ich einige Mal eine ſolche plötzliche Beſchleunigung in der nun rückgängigen Bewegung der Magnetnadel bemerkt zu haben. Selbſt anhaltende *Töne* wurden in einem jener zweigliedrigen Kreiſe gehört, namentlich in Kreiſen von Meſſing und Zinn, desgleichen von *Meſſing* und *Blei*, wo ſogar Doppeltöne, ein ſehr tiefer und ein hoher, beide ſchwach, doch ſehr deutlich zu hören waren. Die magnetiſche Polariſation in dieſen beiden Kreiſen war dabei ſehr ſchwach; die Declination der Magnetnadel innerhalb derſelben betrug nicht 1½ bis 2 Grad.

49. Sobald gefunden war, daſs eine magnetiſche Polarität nicht nur in *einfachen Metallbogen* (§. 45), ſondern auch in ſcheinbar homogenen, *gegoſſenen Metallringen* (§. 46) hervortreten könne, ſo ließ ſich

Digitized by Google

wohl erwarten, dafs auch in *einfachen, geraden Metallſtangen* und in *Scheiben* u. ſ. w. eine magnetiſche Polarität bei eintretender Temperaturdifferenz zu entdecken ſey. — Die Erfahrung beſtätigte dieſs, doch waren es nur die ſpröden, ſich durch leichte Kryſtalliſirbarkeit auszeichnenden leichtflüſſigen Metalle und einige Alliagen, welche in der oben erwähnten Form eine deutliche obwohl ſchwache magnetiſche Polarität zeigten *).

Die erſten Verſuche wurden mit viereckigen Stangen von *Antimon* von 6″ Länge und 5‴ Dicke im Geviert oder von 10″ Länge und 0″,5 Dicke angeſtellt. An den meiſten derſelben waren ſchwache magnetiſche Pole wahrzunehmen, wenn das eine Ende derſelben, α und β Fig. 3 Taf. V, allein erwärmt worden war, und zwar lagen die Pole entweder an zwei einander gegenüber liegenden Seitenflächen oder noch häufiger an den entgegengeſetzten Kanten der Stange. War z. B. das Ende a erwärmt worden, ſo lag an mehreren Antimonſtangen der s Pol in a' und der n Pol in b' (Fig. 3 u. 4 Taf. V); die Kanten c' und d' verhielten ſich der magnetiſchen Mitte der gewöhnlichen Magnetſtäbe gleich.

Dieſe Stangen waren aber nicht der ganzen Länge nach polar, nicht s Pol von a' bis a'', und n Pol von b' bis b'' (Fig. 3 Taf. V), ſondern der durch Erwärmung von α polar gewordene Theil erſtreckte ſich nur auf einen kleinen Raum, an einer zehnzölligen

*) Alle in dieſem und dem folgenden Paragraph vorkommenden Verſuche zu Beobachtungen ſind d. K. Akad. am 25. Oct. 1821 vorgelegt.

Digitized by Google

Stange auch bei plötzlicher und ziemlich ſtarker Erhitzung, nicht bis über ihre Mitte ab hinaus. Das Ende β, welches weder erwärmt noch erkältet worden war, zeigte keine Wirkung auf die Magnetnadel.

Der Magnetismus war immer in dem erſten Moment nach der Erwärmung des Endes der Stange am ſtärkſten, nahm aber ſehr bald ab, wie ſich die Wärme in demſelben weiter ausbreitete. An den *kalten* Metallſtäben, eben ſo wie an den der Länge nach *gleichförmig erwärmten*, war keine Spur von Polarität zu entdecken. Es war übrigens auch hier gleich, wie die Stangen erwärmt wurden, ob über Lampen oder auf heiſsen Bolzen.

In der Lage und Stärke der Pole ſtimmen ſelten zwei Metallſtangen mit einander überein, und auch in der Polariſation einer und derſelben Stange findet man nach alleiniger Erwärmung jeder derſelben eine beträchtliche Verſchiedenheit.

Tritt an einer Stange von Antimon, bei Erwärmung des Endes α der s Pol in a' und der n Pol in b' (Fig. 3) hervor, ſo kann nach alleiniger Erwärmung des Endes β gleichfalls an der Kante a'' der s Pol und in b'' der n Pol liegen. An einer andern Stange von Antimon, welche ſich der vorigen am Ende α gleich verhält, findet man dagegen, bei Erwärmung des Endes β, den n Pol in a'' und den s Pol in b'' (Fig. 3 u. 4); und an einer dritten Stange deſſelben *Antimons*, welche ſich den beiden vorhergehenden in α gleich verhält, kann man am Ende β den n Pol in c'' und den s Pol in d'' (Fig. 3) oder umgekehrt finden, oder auch an zwei einander gegenüber liegenden Seitenflächen; ja es kann die magnetiſche Polari-

Digitized by Google

ſation nach Erwärmung von β ſo ſchwach ſeyn, daſs kaum eine Wirkung derſelben auf die Magnetnadel wahrzunehmen iſt, während die Polarität nach Erwärmung des Endes α ſehr deutlich geweſen war. Manche Antimonſtangen werden auch, welches Ende man *allein* erwärmen mag, immer nur höchſt ſchwach, kaum merklich polar.

Werden die beiden Enden der Stange α und β zugleich erwärmt und bleibt die Mitte derſelben kalt, ſo findet man α und β eben ſo polariſirt, wie vorher, da ſie einzeln erwärmt worden waren.

Werden die Stangen in der Mitte (*abcd* Fig. 3) *allein* erwärmt und bleiben die beiden Enden kalt, ſo zeigt ſich abermals eine magnetiſche Polarität, und zwar eine doppelte, die eben ſo, wie die vorhin beſchriebene, am ſtärkſten iſt in der Nähe der erwärmten Stellen, und abnimmt nach den Enden α und β zu. Die Pole haben in den verſchiedenen Stangen auch verſchiedene Lagen. An denjenigen Antimonſtangen, welche als die *regelmäſsigſten* anzuſehen war (eine Benennung, die weiter unten gerechtfertigt werden wird), wurden, nach Erwärmung der Mitte *abcd* Fig. 3 *links* von *a* ein *n* Pol und links von *b* ein *s* Pol, — dagegen rechts von *a* ein *s* Pol und rechts von *b* ein *n* Pol gefunden (Fig. 4).

Wenn eine Stange von *Antimon* gleichförmig erhitzt worden (was am beſten auf einem heiſsen Bolzen geſchieht), ſo ſind an ihr keine Pole zu entdecken. Sobald aber ein Theil jener Stangen plötzlich abgekühlt wird, treten neue Pole hervor, die denen bei partieller Erwärmung deſſelben Theiles der Stange entſtandenen entgegengeſetzt ſind. Hatte z. B. eine An-

Digitized by Google

timonſtange nach Erwärmung des Endes α (Fig. 3 Taf. V) den s Pol in a', den n Pol in b', ſo liegt an derſelben Stange, nachdem ſie gleichförmig erwärmt und in α abgekühlt worden, der n Pol in a' und der s Pol in b'. Das Nämliche gilt für jedes Ende der Stangen, und überhaupt für alle einer magnetiſchen Polariſation fähigen geraden Metallſtangen, wie verſchieden auch die Lage der Pole an beiden Enden, der Mitte u. ſ. w. ſeyn mag. Die Abkühlung der heiſsen Stangen kann im *Waſſer* oder *Weingeiſt* geſchehen, der Erfolg bleibt immer derſelbe; auch läſst ſie ſo wenig wie die partielle oder totale Erwärmung der Stangen eine bleibende Veränderung in denſelben zurück. Nach jeder neuen Erwärmung findet man die Pole an denſelben Stellen und in gleicher Stärke, wie bei der erſten Erwärmung und vor der plötzlichen Abkühlung. Iſt das Ende α durch Abkühlung polar geworden, ſo wird β, welches nicht abgekühlt worden, bis zur Mitte der Stange unpolar gefunden, analog dem Verhalten der kalten und bloſs in α erwärmten Stange am Ende β.

Der Magnetismus hält ſich in den *einfachen* geraden Metallſtangen von der angegebenen Dicke länger als in dünnen Stangen, die übrigen Dimenſionen gleich geſetzt. — Nach dem Zerbrechen einiger der wirkſamſten *Antimon*ſtäbe fand ſich, daſs dieſe oder die Enden derſelben, welche eine ſtärkere magnetiſche Polarität bei partieller Erwärmung gezeigt hatten, *ſtrahlen-* oder *ſternförmig* gegen den Mittelpunkt zu kryſtallifirt waren. Nur in wenigen der feinkörnig kryſtallifirten Stücke war die Polariſation jenen in der Stärke gleich, in den meiſten ſchwächer, und dieje-

Digitized by Google

nigen, welche bei der Erwärmung am ſchwächſten polar gefunden wurden, waren alle ohne Ausnahme feinkörnig kryſtalliſirt.

Da die meiſten jener Stangen aus *Antimon*, wie es im Handel vorkommt, beſtanden, dieſes aber ein wenig Eiſen enthält, ſo wurde verſucht, ob jene Stangen durch Streichen mit ſtarken Magnetſtäben eine Polarität annehmen. Dieſs erfolgte aber nicht; ja ſelbſt Bruchſtücke von Antimonſtäben, die durch Temperaturveränderung leicht magnetiſch wurden, folgten nicht einmal dem Magnet, als ſie in Papierſchälchen auf Waſſer oder Queckſilber ſchwammen. Stangen von *reinem* Antimon, doch gegoſſen in eiſernen Formen verhielten ſich denen von *käuflichen* Antimon gleich.

Stangen von *Wismuth* verhielten ſich ganz denen von *Antimon* gleich, aber an *einfachen geraden* Stangen von *reinem Platin*, *feinem Silber* (Brandſilber), *Meſſing* und geſchmiedetem *Kupfer* war keine deutliche Polariſation, weder bei Erwärmung, noch bei Abkühlung eines Endes derſelben, zu bemerken. Nur an einer einzelnen gegoſſenen Kupferſtange zeigte ſich ein höchſt ſchwacher Magnetismus, doch keine regulären Pole. Eine gegoſſene *Zink*ſtange bewirkte, nach Erwärmung ihres einen Endes, eine ſchwache, doch deutliche Bewegung der Magnetnadel und hatte beſtimmte Pole.

Beträchtlicher war die magnetiſche Polariſation einiger Alliagen, namentlich der aus *Wismuth* mit *Kupfer*, und aus *Wismuth* mit *Antimon* gebildeten. Die *erſteren* wurden in allen *drei* in §. 40 angeführten Verhältniſſen, bei Erwärmung der Enden, ſtark

Digitized by Google

magnetiſch, die letzteren wurden *ſchwächer*, doch immer deutlich polar. Die Alliagen von *Antimon* und Zink wirkten unter gleichen Umſtänden *ſtark* auf die Magnetnadel, die von *Antimon* mit *Kupfer* hingegen *ſchwach*.

In allen dieſen Stangen kann nur dadurch eine Polarität bei partieller Erwärmung oder Abkühlung erfolgen, daſs die oberhalb oder unterhalb der Pole gelegenen Theile der Stangen von verſchiedener Beſchaffenheit ſind (im Miſchungsverhältniſſe, der Dichtigkeit, Härte, Wärmeleitung). Es unterſcheiden ſich alſo dieſe geraden oder einfachen Metallſtäbe nur darin von den oben §. 46 angeführten gegoſſenen Ringen von *Antimon* und Wismuth, daſs in jenen die beiden heterogenen Hälften unmittelbar ihrer ganzen Länge nach, in den Ringen aber nur die Enden mit einander in Berührung ſtehen. Wenn nun die ſchwache ſich im Guſs jener Metalle und Metallmiſchungen bildende Heterogenität dieſen ſchon das Vermögen zur magnetiſchen Polariſation ertheilen konnte, ſo war von Apparaten, in welchen *zwei verſchiedene* Metalle der ganzen Länge nach durch Schmelzung mit einander verbunden werden, eine beträchtlich ſtärkere Wirkung zu erwarten.

In dieſer Beziehung wurden mehrere zweigliedrige gerade Metallſtangen verfertigt, namentlich aus Wismuth mit Antimon, aus Glockengut mit Antimon, aus Kupfer mit Antimon, und aus Zink mit Antimon, in welchen je zwei der genannten Metalle der ganzen Länge nach durch Schmelzung (nicht durch Löthung) mit einander verbunden waren (Fig. 5 Taf. V). Die magnetiſche Polarität in dieſen Stäben

Digitized by Google

verhielt ſich, nach partieller Erwärmung der Enden oder der Mitten derſelben, genau ſo wie an den zuletzt erwähnten, ihnen ähnlichen *einfachen* Metallſtäben, welche ſie nur in der Stärke der Polarität übertrafen, nicht aber bedeutend in der Ausdehnung des bei der Erwärmung polariſirten Theils. In Fig. 5 iſt die Lage der Pole an einem aus *Kupfer* und *Antimon* zuſammengeſetzten Stabe angegeben, welche nach Erwärmung der Enden α und β erſcheinen, wenn die Mitte kalt iſt, woraus zugleich zu erſehen, daſs ſich hier eben ſowohl wie bei der Erwärmung der Mitte des Stabes, während die Enden deſſelben die gewöhnliche Temperatur behalten, Doppelmagnete bilden, wie oben beſchrieben und Fig. 4 abgebildet worden. Giebt man der *zweigliedrigen* Stange Fig. 5 die Stellung, daſs der heiſse Berührungspunkt (z. B. das Ende α) ſich *unten* befindet, während der *n* Pol derſelben gegen Norden gerichtet iſt, ſo findet man auch hier das in unſerer magnetiſchen Reihe (§. 31 S. 17) tieferſtehende Metall in *W*, das andere in *O*; alſo genau ſo wie in den zweigliedrigen Kreiſen, von welchen ſich die *zweigliedrigen* Stäbe nur durch ſchwächere Action unterſcheiden.

Aus dieſem für alle Arten von einfachen oder *zweigliedrigen Kreiſen* und *geraden* Metallſtangen geltenden Polariſationsgeſetze ergiebt ſich alſo, daſs jede Abweichung der Lage der magnetiſchen Pole von der Fig. 4 und Fig. 5 angeführten regelmäſsigen Vertheilung derſelben, als eine ſichere Anzeige von einer Ungleichheit in der Lage der heterogenen Theile des Apparates anzuſehen ſey. Würde z. B. an der einfachen Metallſtange Fig. 3 bei Erwärmung von α der

Digitized by Google

s Pol in a', der n Pol in b', bei Erwärmung von β der s Pol in c'' und der n Pol in d'' gefunden, so folgt daraus, dafs die heterogenen Theile an beiden Enden der Stange sich in der unregelmäfsigen Lage befinden, dafs am Ende α das *weſtliche* Metall *oben*, das *öſtliche unten*, am Ende β aber das *weſtliche* Metall *vorn* in $a''a$, das *öſtliche* Metall hinten in $b''b$ liegt *).

Der aus *Kupfer* und *Antimon*, welcher in der Fig. 5 angegebenen Form ein Transverſal-Magnet zu nennen war, wird leicht in einen, den gewöhnlichen

*) Auch in den einfachen geraden Stangen wird die zur magnetiſchen Polarität erforderliche Heterogenität durch eine bei dem Guſſe erfolgende *ungleiche* Abkühlung des Metalles erzeugt. An einer Stange von *Antimon*, welche in einer *halb heifsen* und *halb kalten* eiſernen Form gegoſſen worden war, wurden bei partieller Erwärmung oder Erkältung deutliche *Pole* gefunden, und zwar an den einander gegenüberliegenden Kanten, wo die kalte und warme Hälfte der Form mit einander in Berührung geweſen waren. Wurde das *obere* Ende der Stange (α Fig. 3 Taf. V), welches *ſternförmig kryſtalliſirt* war, *allein erwärmt*, ſo befand ſich, indem der s Pol deſſelben in a', der n Pol in b' lag, der Theil der Stange, welcher in der *heifsen Hälfte* der Form erſtarrt war, *oben*, der aus der *kalten Hälfte* der Form *unten*; $c'c$ verhielt ſich alſo als *weſtliches* und $d'd$ als *öſtliches* Metall. Bei Erwärmung des *unteren* Endes β, welches *feinkörnig kryſtalliſirt* war, lag der s Pol gleichfalls an der Kante a'', der n Pol in b'', wenn der in der *heifsen Hälfte* der Form erſtarrte Theil der Stange ſich *oben* befand; hier verhielt ſich alſo $c''c$ als *öſtliches* und $d''d$ als *weſtliches* Metall.

An einer in *halb heifser* und *halb kalter* eiſerner Form gegoſſenen Stange von Glockengut war, nach Erwärmung der Enden, keine ſolche magnetiſche Polarität zu entdecken, wie an jener Stange von *Antimon*.

Digitized by Google

Magnetſtäben ähnlichen Longitudinal-Magnet verwandelt, wie aus Fig. 6 zu erſehen iſt, wo die Kupfer- und Antimonplatten der ganzen Länge und Breite nach durch Schmelzung mit einander verbunden ſind. In der Stärke und Dauer übertrifft dieſer Longitudinal-Magnet Fig. 6, unter übrigens gleichen Umſtänden, den Transverſal-Magnet Fig. 5 bedeutend.

5o. Scheiben von *Antimon* oder von *Wismuth* würden nach Erwärmung einzelner Theile derſelben, in nicht minderem Grade magnetiſch gefunden, als die einfachen Stangen von dieſen Metallen, und zwar um ſo ſtärker, je dicker ſie waren. Aus der Fig. 7 gegebenen Darſtellung (worin *n* einen Nord- und *s* einen Südpol bezeichnet) der Polariſation einer o″,5 dicken Scheibe von *Antimon* iſt zu erſehen, daſs jeder Theil einer ſolchen Scheibe, nach Erwärmung jedes der einzelnen Punkte von *A* bis *F* und *D*, völlig in derſelben Art polariſirt iſt, wie es auch ein Segment der Scheibe geweſen ſeyn würde, wenn es in der Mitte allein in der Temperatur erhöht worden wäre. Eine ſo regelmäſsige Lage der Pole wie die in Fig. 7 abgebildete Scheibe nach Erwärmung der einzelnen Punkte *A* bis *F* und *D* zeigte, findet man nur ſelten; gewöhnlich ſind an einigen der einander nahe liegenden Punkte zwei gleichnamige Pole einander zugekehrt, wenn auch die Folge der Pole an den übrigen Punkten alternirend iſt, wie in Fig. 7. In dieſer Scheibe Fig. 7 unterſchieden ſich einige der erwärmten Punkte nur in der Stärke der Polarität von einander, auch lagen die entgegengeſetzten Pole an der *oberen* und *unteren* Fläche der Scheibe bald der Kante näher, bald entfernter von derſelben.

Digitized by Google

Eine *hohle*, in *einem* Guſs verfertigte *Kugel* von *Antimon* wurde nach Erwärmung einzelner Stellen gleichfalls magnetiſch polar und zwar (analog der oben erwähnten Scheibe) völlig ſo, wie auch ein Segment der Kugel bei Erwärmung des Mittelpunktes deſſelben für ſich polar geworden wäre, d. h. es zeigten ſich dieſs- und jenſeit des erwärmten Punktes *A* an der äuſseren Fläche ein *n* und ein *s* Pol. Jeder dieſer Pole ſchien die Hälfte des Segmentes einzunehmen, ſo daſs man in einer Ebene, welche wir die Aequatorialebene der Kugel nennen wollen, dieſsſeits *A* einen *n* Pol und jenſeits *A* einen *s* Pol, desgleichen in der die vorige rechtwinklig ſchneidenden Meridianebene oberhalb *A* einen *n* Pol und *unterhalb A* einen *s* Pol fand. Die Lage der Pole bei Erwärmung anderer Punkte der Kugel wich von der in *A* in manchen Stücken ab. Wäre jedoch die Polariſation an einem zweiten Punkte *B* der von *A* völlig gleich geweſen, ſo würde in der Aequatorialebene der *n* Pol von *B* dorthin fallen, wo der *s* Pol von *A* lag, der *n* Pol in der Meridianebene aber *oberhalb B* nahe neben den *n* Pol *oberhalb A*, und der *s* Pol *unterhalb B* nahe neben dem *s* Pol unterhalb *A*. Es iſt alſo leicht einzuſehen, daſs in einer regulären Kugel, in welcher die ſämmtlichen in der Aequatorialebene liegenden, in der Temperatur erhöhten Punkte einander in der Polariſation gleich wären, die in der Aequatorialebene liegenden Theile der magnetiſchen Pole einander gegenſeitig ſchwächen, und daſs dagegen die in den Meridianebenen liegenden Theile jener Pole einander gegenſeitig verſtärken müſſen, daſs alſo die Polarität in den Meridianebenen ſchon hierdurch das Uebergewicht über

Digitized by Google

die in der Aequatorialebene erhält; dafs ferner jene in den Meridianebenen *oberhalb* und *unterhalb* der Punkte *ABCD*... liegenden entgegengefetzten Pole noch beträchtlich verftärkt und ausgedehnt würden, wenn die Endpunkte jener Meridiane ftark abgekühlt würden, während die Mitten derfelben erwärmt werden; dafs ferner jede im entgegengefetzten Sinne erfolgende Polarifation eines einzelnen Punktes in der Aequatorialebene die durch die Mehrzahl jener Punkte gefetzte Polarität des ganzen Körpers fchwächen mufs u. f. w.

51*. Eine viel ftärkere magnetifche Polarifation als jene einfache Metallkugel würde eine aus verfchiedenen Erdarten, Erzen und Metallen zufammengefetzte Kugel zeigen, wenn die Erze und Metalle einen zufammenhängenden, fymmetrifch geordneten Gürtel in derfelben bildeten, und von den Berührungspunkten derfelben einer um den anderen in der Temperatur erhöht würden. Befänden fich in einer ähnlichen Kugel mehrere einander parallel laufende Erz- und Metallgürtel, fo würde die magnetifche Polarität diefer Kugel ftärker feyn, als die der vorigen von einem einfachen Erz- und Metallgürtel (von gleicher Dicke mit einem der Gürtel in diefer) in einem der gröfsten Kreife durchzogenen Kugel, wenn die Ordnung aller in jenen Parallelzonen gelegenen Metalle und Erze gleichartig wäre, und die Temperatur-Differenz je zweier einander zunächft liegenden Berührungspunkte der in der erftgenannten Kugel gleich wäre. Die magnetifche Polarität einer folchen mehrere parallele Erz- und Metallgürtel enthaltenden Kugel kann aber *fchwächer* feyn, als die der Kugel mit einfachem Gürtel, wenn entweder die Ordnung der Metalle und Erze in einer beträchtlichen Zahl von Gliedern in jenen Gürteln der Ordnung in den übrigen entgegengefetzt, und die Temperatur-Verfchiedenheit der alternirenden Berührungspunkte in allen jenen Gürteln gleich wäre, — oder wenn die Ordnung der Metalle und Erze in allen jenen Gürteln zwar gleich, aber die Folge und Ordnung vieler der heifsen und kalten Berührungspunkte unfym-

Digitized by Google

metrisch wäre; da in beiden Fällen ein Theil der Gliederpaare die durch die übrigen gesetzte magnetische Polarität aufheben würde.

Als eine solche, von Erz- und Metallgängen durchzogene Kugel, kann die Erdkugel, welche wir bewohnen, angesehen werden. Ueberall, wo nur Differenz der Temperatur an den Berührungspunkten der mit einander zusammenhängenden Erz- und Metallgänge Statt findet, wird Magnetismus hervorgerufen werden, welcher um so stärker seyn muss, je grösser die Zahl der in gleichem Sinne wirkenden Gänge und je grösser das Volumen derselben ist. Die in der Temperatur erhöheten Berührungspunkte werden dort liegen, wo die atmosphärische Luft zum Innern der Erdrinde bis auf beträchtliche Tiefen hinab Zutritt hat, also an den Orten, wo sich Vulkane befinden oder in der Nähe derselben. Die kalten Berührungspunkte jener Erz- und Metallgänge wird man aber dort zu suchen haben, wo die Luft direct keinen Zutritt hat; und an solchen Punkten wird es ohne Zweifel im Innern der Erdrinde auch nicht fehlen. Wodurch auch der chemische Process, welcher die Vulkane erzeugt, eingeleitet werde, so wird doch der Zutritt der atmosphärischen Luft denselben befördern, und so wird er auch die etwa durch Einwirkung des Wassers auf Erze oder Metalle schon begonnene Temperaturerhöhung beträchtlich steigern, wie analoge in unsern Laboratorien vorkommende Erscheinungen erwarten lassen.

Es ist, wie leicht einzusehen, eben nicht eine unerlässliche Forderung, dass die Temperaturerhöhung durch Einwirkung der atmosphärischen Luft den Berührungspunkt zweier verschiedenen Erze und Metalle unmittelbar treffe; eine magnetische Polarisation wird auch dann entschieden Statt finden, wenn der mit dem Vulkan zusammenhängende Theil des Metall- und Erzganges sich in der Nähe des Berührungspunktes desselben mit einem andern Metall oder Erze befindet, und wenn der nächstfolgende Berührungspunkt derselben in der Temperatur bedeutend tiefer steht.

Die beiden grossen Herde unterirdischen Feuers in der Nähe des Erdäquators, die von *Mexiko*, *Guatimala* und *Quito*, — desgleichen die von den *Sundainseln*, den *Molukken* und *Philippinen* an der andern Seite des stillen Meeres, würden, durch Gänge von Metallen und Erzen mit einander zusammenhängend, in Ver-

Digitized by Google

bindung mit der Thätigkeit an den zwiſchen ihnen liegenden kälteren Berührungspunkten jener Erze und Metalle, für ſich ſchon der Erde eine magnetiſche Polarität geben, welche eine entſchiedene Wirkung auf die Declinations- und Inclinationsnadeln, wenn auch eine in manchen Stücken von der, welche wir jetzt auf der Erde finden, abweichende hervorbringen würde.

Die durch dieſe in der Temperatur verſchiedenen Berührungspunkte der in der Aequatorialzone gelegenen Erz- und Metallgänge geſetzte Polarität der Erde würde noch beträchtlich *verſtärkt* werden, wenn die übrigen zu beiden Seiten des ſtillen Meeres liegenden, zum Theil meridianartig auf dem magnetiſchen Aequator ſtehenden und die geographiſchen Meridiane unter kleinen Winkeln durchſchneidenden Reihen-Vulkane, nämlich die von *Patagonien*, *Chili*, *Peru*, *Neu-Norfolk*, vielleicht auch die von jenen in der Richtung verſchiedenen der Halbinſel *Alaſchka* und der *Aleutiſchen Inſeln*, — desgleichen die in der *Weſt-Auſtraliſchen* Reihe, den *Marianen-Inſeln*, den *Japaniſchen* und *Kuriliſchen Inſeln* und in *Kamtſchatka*, gleichartig mit den beiden angeführten Herden unterirdiſchen Feuers in der Nähe der Aequatorialzone wirkten, indem die Ordnung der Metalle und Erze in jenen Parallelkreiſen mit der in dieſer Zone übereinſtimmte. — Mögen dieſe Metall- und Erzgänge auch vielfach untereinander anaſtomoſiren, ja mögen einzelne Theile jener oben als zuſammenhängend angenommenen Erz- und Metallgürtel auch immerhin ſtellenweiſe unterbrochen ſeyn, und durch die unter oder über ihnen liegenden Gürtel ergänzt und in Zuſammenhang mit entfernter liegenden Theilen derſelben Zone gebracht werden, kurz, mögen dieſe Erz- und Metalladern vollkommen netzartig die Erdrinde durchziehen, ſo wird die magnetiſche Polarität des ganzen Erdkörpers durch die vermehrte Zahl der meridianartig vertheilten und in gleichem Sinne wirkenden, in der Temperatur verſchiedenen Berührungspunkte immer beträchtlich verſtärkt werden.

Manche jener durch Vulkane bezeichneten heiſsen Berührungspunkte der Erze und Metalle mögen immerhin im entgegengeſetzten Sinne wirken, dem Erdkörper bleibt ſtets eine magnetiſche Polarität, wofern nur die Mehrzahl der Berührungspunkte in gleichem Sinne wirkt.

Digitized by Google

Noch eine dritte Reihe von meridianartig auf unſerer Erde vertheilten Vulkanen könnte ſich den beiden erſtgenannten, das ſtille Meer einfaſſenden Vulkanzügen gleichwirkend verhalten, nämlich die Vulkane von *Island*, den *Azoriſchen*, *Canariſchen*, *Cap Verdiſchen Inſeln*, der *Inſel Ascenſion* (* bis zur Inſel *Marquis de Traverſe* und dem *Sandwichlande* herab). — Ein unmittelbarer Zuſammenhang dieſer Vulkane mit einander von Norden nach Süden iſt zu dieſer Wirkung nicht erforderlich; jeder derſelben kann für ſich auf einen beſonderen Theil der Erz- und Metallgürtel wirken, ſo wie denn auch die Reihen-Vulkane in den erſtgenannten beiden, das ſtille Meer einfaſſenden Zügen dieſen Central-Vulkanen darin vollkommen gleichen möchten, daſs die Herde derſelben auch auf einen von den übrigen getrennten Raum beſchränkt ſind, welcher bei den erſteren vielleicht nur gröſser als bei den letzteren iſt; wie es denn z. B. von dem Herde der Reihen-Vulkane in Mexico, welcher den Continent in einer Länge von 105 geographiſchen Meilen von *OgS* nach *WgN* durchſchneidet, desgleichen vielleicht von den Aleutiſchen Inſeln u. ſ. w. gilt, welche die Central-Vulkane wenigſtens in *einer* Dimenſion übertreffen, ohne dadurch in ihrem Werthe als einfache Erregungspunkte des Magnetismus der Erde ſich von den Central-Vulkanen zu unterſcheiden. — Erſtreckte ſich der Herd von einem oder dem andern jener Reihen-Vulkane auf mehrere hundert Meilen von Norden gegen Süden, ſo könnte wohl mehr als *ein* Erz- und Metallgang mit demſelben verbunden ſeyn; es zählen aber dann alle dieſe Gänge zuſammen, in Beziehung auf die magnetiſche Polariſation des ganzen Erdkörpers, nur als ein einfaches Glied.

Wären nun jene drei den magnetiſchen Aequator meridianartig durchſchneidenden Vulkanzüge gleichwirkend, ſo würde alſo die Mehrzahl der die magnetiſchen Erdpole ſetzenden Erz- und Metallgürtel *ſechsgliedrig* ſeyn, und es würden zwiſchen jenen drei heiſsen Berührungspunkten drei kalte liegen müſſen. Jene Gürtel können aber wohl theilweiſe durch die übrigen Vulkane, wie z. B. durch die der *Sandwichinſeln*, desgleichen der *Marquesas-*, *Geſellſchafts-* und *Freundſchaftsinſeln*, ſo wie auch durch die *Vulkane im Mittelmeere*, an *Arabiens Küſte* und auf der *Inſel Bourbon* in noch mehrere Glieder getheilt ſeyn, und auch wohl in ſol-

Digitized by Google

che, die auf die magnetiſche Totalkraft der Erde ſchwächend einwirken, wie dieſs z. B. durch die Vulkanherde der *Geſellſchafts-* und *Freundſchaftsinſeln* und einiger andern Inſelgruppen bis zu den *neuen Hebriden* hin, desgleichen auch durch die der *Gallopagosinſeln* oder der *Antillen*, ſo wie durch die *Vulkane im mittelländiſchen Meere* u. ſ. w. geſchehen könnte.

Die Lage der verſchiedenen Glieder in den Erz- und Metallgürteln betreffend iſt zu bemerken, daſs in allen die magnetiſchen Erdpole (+ *M* in Norden und — *M* in Süden) ſetzenden Gürteln dasjenige Erz oder Metall, welches bei dem hohen Temperaturgrade, dem es am heiſsen Punkte im Innern der Erde ausgeſetzt iſt, in unſerer magnetiſchen Reihe die *höhere* Stelle einnimmt, am *heiſsen Berührungspunkte* in *Oſten*, das in jener Reihe *tiefer* ſtehende in *Weſten* liegt.

Die groſsen periodiſchen Veränderungen in der magnetiſchen Polarität der Metalle ſind alſo eine Folge von Aenderungen der Verhältniſſe der jene Polarität erregenden, in der Temperatur verſchiedenen Punkte im Innern der Erde, und der daraus hervorgehenden Aenderungen in der magnetiſchen Polariſation der netzartig mit einander verbundenen Erz- und Metallgürtel. Die regelmäſsige Fortſchreitung der als magnetiſche Achſe des ganzen Erdkörpers zu betrachtenden Linie während eines gröſseren Zeitraums kann nur bei einer gleichzeitig und in einer beſtimmten Richtung Statt findenden Aenderung in dem Verhalten der Mehrzahl jener Punkte gegen einander, und wohl vorzüglich bei der Aenderung der nach gleicher Richtung ſich fortpflanzenden Entzündungen oder ſich weiter ausdehnenden Feuerherde eintreten. Der ſcheinbar ſo unregelmäſsige Uebergang des Syſtems von Linien gleicher Declination innerhalb eines Zeitraums von hundert bis hundert und funfzig Jahren wird nun minder paradox erſcheinen, wenn man erwägt, daſs in jenen gröſstentheils iſolirt liegenden Feuerherden die Thätigkeit nicht immer gleich ſtark ſeyn mag, und daſs manche derſelben nur mit verhältniſsmäſsig ſchwachen Erz- und Metallgängen in Verbindung ſtehen mögen, oder mit Gängen, welche der Erdoberfläche nahe liegen, wodurch denn wohl locale, und nur auf kleinere Räume beſchränkte Aenderungen in den Declinationscurven eintreten können.

Digitized by Google

Auch die merkwürdige Erscheinung, dafs einzelne Linien der gleichen Declination unverändert blieben, während die übrigen sich in der Form beträchtlich veränderten, und dafs an den Orten, welche unter jenen Linien liegen, selbst in dem beträchtlichen Zeitraum von hundert und funfzig Jahren die Declination unverändert dieselbe blieb, wie namentlich in Jamaika, St. Catharina, an der Ostseite der Insel Madagascar, und in Cairo von 1675 bis 1789, besteht vollkommen mit den aus dem Zusammenhange des Erdmagnetismus in der hier angegebenen Form sich ergebenden Gesetzen, wie umständlicher an einem andern Orte nachgewiesen werden soll.

Die Lage des magnetischen Aequators gegen den geographischen Aequator der Erde zeigt an, dafs die Mitte der den Erdkörper durchziehenden gröfseren Erz- und Metallgürtel in der Nähe des letzteren liegt, und dafs der gröfste dieser magnetischen Erdpole setzenden Gürtel sich zum Theil nördlich, zum Theil südlich durch den Erdäquator hinzieht; und der Parallelismus der übrigen Curven, in welchen die Inclination der Magnetnadel gleich grofs ist mit jenem magnetischen Aequator, spricht für die parallele Lage auch der übrigen, zur Erzeugung der magnetischen Erdpole mitwirkenden Erz- und Metallgürtel.

Die aus Herrn v. Humboldt's Untersuchungen sich ergebende Zunahme der Kraft des Erdmagnetismus vom magnetischen Aequator gegen die Pole zu, stimmt gleichfalls mit den sämmtlichen in dieser Abhandlung, so wie in der Abhandlung über den Magnetismus der galvanischen Kette, in dem vorigen Bande der Denkschriften der Königl. Akademie, angeführten Thatsachen und den aus diesen abgeleiteten Gesetzen über die magnetische Polarisation der aus ein, zwei oder mehr Gliedern zusammengesetzten metallischen Kreise, Cylinder u. s. w. vollkommen überein.

Zu den für ein festes Verhältnifs zwischen dem Erdmagnetismus und Erdvulkanismus sprechenden Thatsachen gehört auch die bei Erdbeben wahrgenommene Veränderung im Stande der Magnetnadel, vornehmlich die von Herrn v. Humboldt entdeckte bleibende Verminderung der Inclination der Magnetnadel bei dem Erdbeben von Cumana im Jahre 1799. Ob man berechtigt sey, auch die Veränderungen, welche bei Nordlichtern, Stürmen, Gewittern und plötzlichen Witterungsveränderungen bisweilen im Stande der

Digitized by Google

Magnetnadel eintreten, hierzu zu zählen, steht dahin; doch ist es wohl als sehr wahrscheinlich anzusehen, dass diese in unserer Atmosphäre sich ereignenden Erscheinungen nicht blos auf den äussern Luftkreis der Erde allein beschränkt sind, sondern auch wohl mit den im Innern derselben vorgehenden chemischen Prozessen und deren verschiedenen periodischen Schwankungen in Verbindung stehen. Da nun Veränderungen der Magnetnadel häufig diesen meteorischen Erscheinungen vorhergehen, und *Canton's* Erfahrungen zu Folge die niedrigsten Nordlichter gerade den schwächsten Einfluss auf die Abweichung zeigen, so wird man die Veränderungen der Declination nicht diesen Meteoren selbst zuschreiben können, sondern man wird diese als gleichzeitig mit den magnetischen Veränderungen eintretenden, und also auch von derselben Ursache, welche die letzteren bewirkt, abhängigen Erscheinungen ansehen müssen; was auch noch dadurch bestätigt wird, dass nicht selten Veränderungen der Magnetnadel gleichzeitig mit jenen Meteoren Statt finden, an Orten wo diese selbst nicht wahrzunehmen sind.

Ohne in das Einzelne der übrigen tellurisch-magnetischen Erscheinungen eingehen zu wollen, bemerke ich nur noch, dass selbst diejenigen, bei welchen eine Einwirkung von aussen unverkennbar ist, wie z. B. die jährlichen und täglichen Variationen der Declinationsnadeln, eine sie mannichfaltig ändernde eigenthümliche Wirkung des Erdkörpers anzuerkennen nöthigen.

Und so sprechen denn alle hier angeführte Thatsachen für die Erzeugung des Erdmagnetismus durch eigene, innere Thätigkeit des Erdkörpers, wo dann die vulkanische Thätigkeit, die mächtigste von allen, nothwendig auch den grössten Einfluss ausüben muss.

Digitized by Google

II.

Methode die Thermometer zu berichtigen;

vom

Hrn. Prof. Bessel zu Königsberg.

1. Da man sehr selten, nach der Behauptung Einiger sogar nie, genau cylindrische Thermometerröhren findet, so wird es nothwendig, eine Methode zu besitzen, durch welche man entweder aus fehlerhaften Röhren fehlerfreie Thermometer verfertigen, oder die Verbesserungen schon fertiger Thermometer genau bestimmen und dann bei jeder Beobachtung in Rechnung bringen kann. Das *erstere* hat Herr Gay-Lussac geleistet, indem er die Röhre nicht nach der Länge, sondern nach ihrem inneren Raume, und zwar mittelst mehrerer Queckfilberfäden, zuerst in zwei, dann in vier, acht u. s. w. gleiche Theile eintheilte und endlich die Scale so auftrug, dafs ihre Grade diesen gleichen Theilen des inneren Raums entsprachen. Da aber auf diese Art die Scale ungleichförmig getheilt werden mufs, und dieses in der Ausführung schwieriger ist als die gleichförmige Theilung, auch bei der Verbindung der Röhre mit der Scale neue Fehler entstehen können, so schien mir das *zweite*, nämlich eine Berichtigungs-Methode, welche auf jedes Thermometer angewandt werden kann, in sofern es nur die auch bei dem Gebrauche desselben unerläfsliche Bedingung erfüllt, dafs die Scale oder Röhre nicht plötzliche, sondern allmählig zu- oder abnehmende Unrichtigkeiten

Digitized by Google

haben, noch wünschenswerther zu seyn. Im Allgemeinen verdienen die Berichtigungen aller Instrumente durch Rechnung einen entschiedenen Vorzug vor den auf mechanischen Mitteln beruhenden; ich glaube sogar, dass die Verfertiger der Instrumente keinesweges verantwortlich sind für Alles, was der Besitzer selbst prüfen, und dessen Verbesserung er selbst in Zahlen bestimmen kann; — wenigstens wird Jeder, der die Ueberzeugung mit mir theilt, dass nur dann *gute* Beobachtungen gelingen können, wenn man dahin gelangt, jeden *möglichen* Fehler des Instruments ganz aus dem Resultate zu entfernen, dem Verfertiger desselben wenig Dank für die Mühe sagen, welche er darauf verwandt hat, eine bestimmbare Verbesserung etwas kleiner zu machen. Dagegen muss aller Fleiss angewandt werden, die Instrumente so einzurichten, dass ihre Prüfung in allen Theilen möglich wird: für ein Thermometer z. B. sind Abweichungen der Röhre von der cylindrischen Form und Unrichtigkeiten in der Bestimmung der festen Punkte unbedeutende Fehler, weil der Besitzer sie in Rechnung bringen kann; sprungweise Unregelmäfsigkeiten der Scale, — nicht ganz unter der Röhre durchgezogene Theilstriche, welche der Genauigkeit der Ablesung nachtheilig, — Scalen von Elfenbein, welche hygrometrisch sind, — dieses sind bedeutende Fehler, indem sie sich der genauen Berichtigung widersetzen. — Eine Methode, die Fehler der Thermometer in Zahlen zu bestimmen, suchte ich im Jahre 1820, da es nothwendig wurde, die Temperaturen, bei welchen die astronomischen Beobachtungen angestellt wurden, genau zu kennen; ich habe dieselbe in der VII. Abtheilung der Tagebücher der

Digitized by Google

Sternwarte beſchrieben, erfülle aber jetzt den Wunſch einiger Freunde, ſie ausführlicher, und auch denen mitzutheilen, welchen jenes Werk nicht zu Geſicht kommen möchte.

2. Die Berichtigung des Thermometers zerfällt in zwei Theile, deren Abſonderung zweckmäſsig iſt. Zuerſt muſs für jeden Grad x der Scale eine Verbeſſerung beſtimmt werden, welche ich durch φx bezeichne, ſo daſs gleiche Aenderungen, nicht von x, ſondern von $x + \varphi x$, zu gleichen Aenderungen des inneren Raums der Röhre gehören. Dann müſſen der Eis- und Siedepunkt beſtimmt werden, deren Ort auf der Scale ich durch e und s bezeichne; dieſe Beſtimmungen ergeben den wahren Fahrenheitſchen Grad, welcher einem Punkte x der Scale entſpricht, nach der Proportion

$$s + \varphi s - (e + \varphi e) : 180 = x + \varphi x - (e + \varphi e) : f - 32$$

oder

$$f = 32 + 180 . \frac{x + \varphi x - (e + \varphi e)}{s + \varphi s - (e + \varphi e)}.$$

Meine Methode ſetzt voraus, daſs man von dem Queckſilberfaden im Thermometer gröſsere und kleinere Stücke abtrennen und auch wieder damit vereinigen könne. Das erſtere habe ich meiſtens durch Erwärmung der Röhre über der Lichtflamme, an der Stelle, wo der Faden getrennt werden ſollte, bewirkt; die Wiedervereinigung erfolgt bei weiteren Röhren ohne Schwierigkeit durch wiederholtes gelindes Aufſtoſsen des Thermometers, ich habe ſie aber auch bei ſehr engen Röhren, wenn auch weniger ſchnell, ſtets erhalten.

3. Unter den verſchiedenen Anwendungen der abgetrennten Fäden, wodurch man zu der Beſtim-

Digitized by Google

mung von φx gelangen kann, bietet sich das fortgesetzte Halbiren des inneren Raums der Röhre zuerst dar. Man trennt z. B. einen Faden ab, welcher sehr nahe die Hälfte des Raums zwischen o und 160° ausfüllt, bringt denselben zuerst mit seinem unteren Ende auf o, dann mit dem oberen auf 160°, und beobachtet in beiden Fällen die Punkte der Scale, wo das entgegengesetzte Ende sich befindet; fallen diese Punkte zusammen, so bezeichnet der Punkt a, wo dieses Statt findet, die Mitte des Raums von o bei 160°; sind sie aber auch um einige Grade von einander entfernt, so wird die Mitte derselben dennoch den Punkt a mit hinreichender Genauigkeit angeben. Man hat also $a + \varphi a = 80°$ oder

$$\varphi a = 80 - a.$$

Nun halbirt man durch einen neuen, nahe halb so langen Faden, die Räume zwischen o und a, und zwischen a und 160°) und bestimmt dadurch zwei neue Punkte b und b', welche $\frac{1}{4}$ und $\frac{3}{4}$ des Raums zwischen o und 160 entsprechen, und also

$$\varphi b = 40 - b \quad , \quad \varphi b' = 120 - b'$$

ergeben. Mit demselben Faden, dessen Länge in Hundert und sechszigtheilen des Raums zwischen o und 160 ausgedrückt, nun bekannt geworden ist, bestimmt

*) Da es der Genauigkeit der Beobachtung förderlich ist, dass man den einen Endpunkt des Fadens genau auf einen Strich der Scale stellt, so geht man nicht von a selbst aus, ausser wenn es zufällig genau auf einen Striche fiele, sondern man geht von dem nächstvorhergehenden und dem nächst folgenden Striche aus, und folgert aus beiden den Punkt der Scale, welchen das andere Ende des Fadens eingenommen haben würde, wenn das erste auf a gebracht worden wäre.

Digitized by Google

man noch einen dritten Punkt, welcher um diese Fadenlänge über 160 hinausliegt. Eine dritte Halbirung des Fadens (oder, wenn er dadurch zu kurz werden sollte; um sich noch leicht in der Röhre zu bewegen, eine Halbirung von 120°) bestimmt die Punkte, welche $\frac{1}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{9}{8}$ des Raums entsprechen; und so setzt man dieses Verfahren fort; bis man auf hinreichend kleine Theile kömmt, um die Stetigkeit der Verbesserungen annehmen zu können.

Dieses Verfahren ist kein anderes als das von Hrn. Gay-Lussac angegebene, nur auf breits fertige Thermometer angewandt. Dasselbe Verfahren ist auch von dem vortrefflichen, alle seine Arbeiten durch die consequenteste Genauigkeit zierenden *Hällström*, in einer, in Åbo am 25. Juni 1823, unter seinem Praesidio, durch Eduard Bergheim vertheidigten Dissertation *) vorgeschlagen und ausgeführt worden. Ich habe dagegen, bei den von mir ausgeführten Thermometerberichtigungen, eine andere Anordnung der Versuche gewählt, welche den Vortheil darbietet, dass man jeden Punkt der Scale, durch von einander unabhängige Versuche, so oft bestimmen kann als man für gut findet, wodurch man also den Einfluss der kleinen Ablesungsfehler bis zum Unmerklichen verkleinern kann. Diese Methode, die ich nun beschreiben werde, ist in ihrem Ansehen weniger einfach als das fortgesetzte Halbiren, allein bei der Ausführung habe ich nicht gefunden, dass sie billige Wünsche unbefriedigt liesse.

4. Man trennt zuerst einen sehr langen Faden

*) Anmärkingar, angående Thermometrars Förfärdigande och Bruk.

Digitized by Google

z. B. 150 bis 160° F. ab, bringt das untere Ende deſſelben ſucceſſive auf diejenigen runden Zahlen von Graden am unteren Ende der Scale, für welche man die oben durch φx bezeichneten Verbeſſerungen beſtimmen will, z. B. von 10 zu 10°, und ſchreibt jedesmal den Ort des oberen Endes an, ſo lange als dieſer noch nicht den höchſten Punkt der Scale überſchreitet. Dann vereinigt man dieſen Faden wieder, und nimmt einen zweiten, etwa 10° kürzeren, mit welchem man wie mit dem erſten verfährt. Dieſe Verkürzung der Fäden und daſſelbe Verfahren mit jedem ſetzt man fort bis zu einem Faden, deſſen Länge kleiner iſt als die Hälfte der erſten, oder auch noch weiter; — die Länge der einzelnen Fäden iſt willkührlich, allein man erlangt deſto gröſsere Genauigkeit, je gröſser ihre Anzahl iſt.

Um hiervon ein Beiſpiel zu geben, an welchem ich auch die Berechnungsart erläutern werde, wähle ich ein von — 40° bis 230° F. getheiltes Thermometer; abſichtlich eins, deſſen Verbeſſerungen ſich ſehr bedeutend ergeben. Dieſes Thermometer wurde durch 8 Fäden geprüft, und jede Ableſung wurde zweimal wiederholt, wobei ich noch halbe Zehntel der Grade zu ſchätzen ſuchte, aber oft Unterſchiede von einem bis anderthalb Zehntel fand. Das Mittel aus beiden Ableſungen iſt in folgender Tafel angenommen.

Digitized by Google

unteres Ende	Oberes Ende der verschiedenen Fäden I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
— 40°	112°,15	101°,65	92°,88	82°,70	67°,70	58°,23	—	—
— 30	123,00	112,58	103,78	93,30	78,25	68,65	56,70	—
— 20	133,78	123,28	114,85	104,18	89,10	79,33	67,05	51,00
— 10	144,75	134,23	125,73	115,33	100,08	90,18	77,85	61,35
0	155,55	145,08	136,35	126,00	110,95	101,03	88,68	71,90
+ 10	166,15	155,80	147,20	136 85	121,68	111,93	99,40	82,60
+ 20	176,95	166,45	158,00	147,60	132,43	122,78	110,30	93,30
+ 30	187,40	177,10	168,70	158,25	143,25	133,60	121,05	104,25
+ 40	198,00	187,73	179,23	169,05	154,03	144,28	131,90	115,15
+ 50	208,70	198,30	189,85	179,70	164,83	155,08	142,78	126,00
+ 60	219,35	208,68	200,23	190,03	175,25	165,55	153,33	136,55
+ 70	229,73	219,28	210,45	200,25	185,30	175,95	163,60	146,95
+ 80	—	229,38	220,80	210,10	195,35	185,73	173,45	156,90
+ 90	—	—	230,70	220,48	205,28	195,65	183,30	166,93
+ 100	—	—	—	230,30	215,20	205,38	193,08	176,65
+ 110	—	—	—	—	225,20	215,30	202,85	186,28
+ 120	—	—	—	—	—	225,30	212,73	196,03
+ 130	—	—	—	—	—	—	222,90	206,20
+ 140	—	—	—	—	—	—	—	216,15
+ 150	—	—	—	—	—	—	—	226,38

5. Man kann leicht überſehen, daſs dieſe Beobachtungen weit mehr als hinreichend ſind, um φx für alle Punkte der Scale zu beſtimmen; ſchon *zwei* Fäden ſind hinreichend, wenn nur das obere Ende des kürzeren, in ſeinem niedrigſten Stande nicht höher hinaufreicht, als das untere Ende des längeren in ſeinem höchſten Stande. Ich werde dieſes an dem Beiſpiele des I und V Fadens zeigen. Es iſt nämlich klar, daſs der Raum welcher unten, durch das Hinaufrücken der Fäden, leer wird, und der, welcher ſich dadurch oben anfüllt, einander gleich ſind; man hat alſo aus den beiden erſten Beobachtungen des I Fadens

$$[-30° + \varphi(-30)] - [-40° + \varphi(-40)] = [123°,00 + \varphi(123,00)] - [112°,15 + \varphi(112,15)]$$

oder

$$\varphi(-30) - \varphi(-40) = +0°,85 + \varphi(123,00) - \varphi(112,15)$$

und auf dieſelbe Art aus der Verbindung jeder zwei auf einander folgenden Beobachtungen des I Fadens,

Digitized by Google

11 Gleichungen; aus denen des V Fadens 15 Gleichungen; alſo im Ganzen 26 Gleichungen. Nimmt man nun an, daſs man aus den Werthen von φx für jeden 10ten Grad der Scale, alle übrigen durch Interpolation finden kann, ſo erfordert die vollſtändige Kenntniſs der Verbeſſerungen der Scale, die Beſtimmung von

$$\varphi(-40), \varphi(-30) \ldots\ldots\ldots\ldots \varphi(220), \varphi(230),$$

welche 28 unbekannte Gröſsen alſo gefunden werden müſſen. Zwei davon können aber willkürlich angenommen werden, indem der Raum, welcher als Einheit dienen ſoll, durch zwei willkürliche Punkte der Scale beſtimmt werden kann. Alſo bleiben nur 26 unbekannte Gröſsen übrig, durch welche alle in den 26 Gleichungen vorkommenden Verbeſſerungen ausgedrückt werden können, und die Zahl dieſer Gleichungen iſt gerade hinreichend zur Beſtimmung derſelben.

Hätte man ſtatt des V Fadens einen der vorhergehenden mit dem I Faden verbunden, ſo würde man weniger Gleichungen als unbekannte Gröſsen erhalten haben; hätte man einen der folgenden gewählt, ſo würde die Zahl der Gleichungen gröſser geworden ſeyn als die der unbekannten Gröſsen. In dem erſten Falle wäre daher die Aufgabe unbeſtimmt geblieben, in dem anderen wäre ſie mehr als beſtimmt, und man müſste zu ihrer Auflöſung die Methode der kleinſten Quadrate anwenden. Durch dieſe Methode ſollte man auch die 26 unbekannten Gröſsen ſo beſtimmen, daſs ſie *allen*, im vorigen Art. verzeichneten, Beobachtungen ſo nahe als möglich Genüge leiſten; allein dieſe Anwendung derſelben würde ſo mühſam und zeitraubend ſeyn, daſs kein Rechner ſie unternehmen könnte.

Digitized by Google

Ich werde daher eine andere Rechnungsart angeben, welche etwa zu demſelben Ziele führt und ſich durch ausgezeichnete Leichtigkeit empfiehlt.

6. Dieſe Rechnungsart beruht auf der Vorausſetzung, daſs das arithmetiſche Mittel aus den Werthen von φx für *viele* verſchiedene Punkte in einer Hälfte der Scale näherungsweiſe eine beſtändige Gröſse iſt, für welche man auch o annehmen kann, indem es nicht auf die abſolute Gröſse, ſondern nur auf die Unterſchiede der Verbeſſerungen φx ankömmt; ſie führt durch ſucceſſive Annäherungen zum Ziele, deſto ſchneller, je mehr ſich die Vorausſetzung der Wahrheit nähert und je gröſser die Anzahl der beobachteten Fäden iſt.

Wenn man die Längen der verſchiedenen Fäden, alle in einem gleichen, obgleich an ſich willkürlichen Maaſse ausgedrückt, kennt, ſo giebt die gemachte Vorausſetzung offenbar eine näherungsweiſe Beſtimmung von φx für alle Theile der Scale; denn von jedem Punkte x reichen die Fäden bis zu *vielen* anderen, und da x, durch jeden Faden von bekannter Länge, deſſen eines Ende mit x zuſammenfällt, durch den Punkt der Scale beſtimmt wird, wo das andere Ende ſich befindet, ſo erhält man für jedes x ſo viele Beſtimmungen als man Fäden hat, und das Mittel aus allen iſt, auch wenn man die Verbeſſerungen der Scale für das andere Ende der Fäden vernachläſsigt, der Vorausſetzung zufolge, eine Näherung. Man erhält alſo eine erſte Annäherung, wenn man die Punkte in der unteren Hälfte der Scale durch die Punkte in der oberen, und dieſe wieder durch jene beſtimmt. Eine zweite Annäherung erhält man, wenn man die durch die erſte ge-

Digitized by Google

fundenen Werthe von φx den Beobachtungen (Art. 4) hinzuſetzt, und mit den dadurch veränderten Zahlen der Tafel dieſelbe Rechnung wiederholt. Dieſe Annäherungen kann man, immer auf dieſelbe Weiſe, ſo oft wiederholen als man will, wird aber, wenn das Thermometer nicht gar zu fehlerhaft iſt, oder man die gröſsten Fehler, auf eine unten anzuzeigende Art, vorher ausgleicht, ſchon bei der zweiten Annäherung auf ein Reſultat kommen, welches durch die folgenden nicht mehr erhebliche Verbeſſerungen erhält.

Dieſes Verfahren hat aber die Schwierigkeit, daſs man die Fadenlängen, in einem gleichen Maaſse ausgedrückt, nicht kennt; ich werde daher an dem zum Beiſpiele gewählten Thermometer zeigen, wie dieſe Schwierigkeit beſeitigt wird.

7. Ich nehme ein willkührliches Maaſs eines der Fäden an, etwa ſo, wie man es in der oberen Hälfte der Scale findet, z. B. des erſten Fadens = 159°,6; die anderen Fäden nehme ich etwa ſo an, wie ſie in derſelben Gegend der Röhre erſcheinen, füge dieſen Annahmen aber noch unbeſtimmte Verbeſſerungen $f(2)$, $f(3)$ u. ſ. w. hinzu, ſo daſs die wahren Fadenlängen, alle in demſelben Maaſse ausgedrückt, in welchem der erſte 159°,6 miſst, durch

$$\begin{aligned}
\text{I} &= 159{,}6 \\
\text{II} &= 149{,}2 + f(2) \\
\text{III} &= 140{,}5 + f(3) \\
\text{IV} &= 130{,}3 + f(4) \\
\text{V} &= 115{,}2 + f(5) \\
\text{VI} &= 105{,}7 + f(6) \\
\text{VII} &= 93{,}3 + f(7) \\
\text{VIII} &= 76{,}6 + f(8)
\end{aligned}$$

bezeichnet werden.

Digitized by Google

Durch diese Annahme erhält man 8 Bestimmungen eines jeden Punktes, an welchem das untere Ende der Fäden sich befand, z. B. für 70° der Scale,

$$\begin{aligned}
70^\circ + \varphi(70) &= 70^\circ,13 + \varphi(229,73) \\
&= 70,18 + \varphi(219,28) - f(2) \\
&= 69,95 + \varphi(210,45) - f(3) \\
&= 69,95 + \varphi(200,25) - f(4) \\
&= 70,10 + \varphi(185,30) - f(5) \\
&= 70,25 + \varphi(175,95) - f(6) \\
&= 70,30 + \varphi(163,60) - f(7) \\
&= 70,35 + \varphi(146,95) - f(8)
\end{aligned}$$

und wenn man aus denselben das arithmetische Mittel nimmt, und dabei, der Voraussetzung gemäss, das Mittel aus den 8 Verbesserungen näherungsweise $= 0$ setzt,

$$70 + \varphi(70) = 70,14 - \tfrac{1}{8}(f(2) + f(3) + \ldots + f(8))$$

oder, wenn man $\frac{1}{8}(f(2) + f(3) + \ldots f(8))$ durch F bezeichnet,

$$\varphi(70) = +0,14 - F$$

Auf diese Art erhält man die erste Näherungsbestimmung aller Punkte, an welchen die unteren Enden aller 8 Fäden beobachtet sind, hier also von -20° bis $+70^\circ$, nämlich:

$$\begin{aligned}
\varphi(-20^\circ) &= -5,98 - F \\
\varphi(-10) &= -5,11 - F \\
\varphi(0) &= -4,36 - F \\
\varphi(+10) &= -3,60 - F \\
\varphi(20) &= -2,91 - F \\
\varphi(30) &= -2,11 - F \\
\varphi(40) &= -1,38 - F \\
\varphi(50) &= -0,65 - F \\
\varphi(60) &= -0,18 - F \\
\varphi(70) &= -0,14 - F
\end{aligned}$$

Digitized by Google

Man addirt nun zu $-20° + \varphi(-20)$, $-10° + \varphi(-10)$, u. s. w. die Länge des ersten Fadens, und erhält dadurch die Bestimmung der Punkte der Scale, wo sich das obere Ende des Fadens befand; z. B. für die Beobachtung, bei welcher das untere Ende auf $-20°$, das obere auf 133,78 fiel:

$$-20° + \varphi(-20) = -25{,}98 - F$$
$$\text{Länge des I Fadens} \quad = \quad 159{,}6$$
$$133{,}78 + \varphi(133{,}78 = 133{,}62 - F$$
$$\text{oder} \quad \varphi(133{,}78) = -0{,}16 - F$$

Hierdurch erhält man für alle Beobachtungen von $-20°$ bis $+70°$, durch den ersten Faden:

$$\varphi(133{,}78) = -0{,}16 - F$$
$$\varphi(144{,}75) = -0{,}26 - F$$
$$\varphi(155{,}55) = -0{,}31 - F$$
$$\varphi(166{,}15) = -0{,}15 - F$$
$$\varphi(176{,}95) = -0{,}26 - F$$
$$\varphi(187{,}40) = +0{,}10 - F$$
$$\varphi(198{,}00) = +0{,}22 - F$$
$$\varphi(208{,}70) = +0{,}25 - F$$
$$\varphi(219{,}35) = +0{,}07 - F$$
$$\varphi(229{,}73) = -0{,}07 - F$$

eben so durch den II Faden:

$$\varphi(123{,}28) = -0{,}06 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(134{,}23) = -0{,}14 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(145{,}08) = -0{,}24 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(155{,}80) = -0{,}20 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(166{,}45) = -0{,}16 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(177{,}10) = -0{,}01 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(187{,}73) = +0{,}09 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(198{,}30) = +0{,}25 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(208{,}68) = +0{,}36 - F + f^{(2)}$$
$$\varphi(219{,}28) = +0{,}06 - F + f^{(2)}$$

Digitized by Google

und durch alle 8 Fäden ähnliche Resultate. Nimmt man aus jeder dieser 8 Reihen das arithmetische Mittel, und setzt man, immer der Voraussetzung zufolge, das Mittel aus den links vom Gleichheitszeichen befindlichen Verbesserungen $= 0$, so erhält man dadurch die zur genäherten Bestimmung von $f(2)$, $f(3)$ u. s. w. nothwendigen Gleichungen, nämlich:

I Faden . . $0 = -0{,}06 - F$
II . . . . $0 = -0{,}00 - F + f(2)$
III . . . . $0 = -0{,}17 - F + f(3)$
IV . . . . $0 = -0{,}04 - F + f(4)$
V . . . . $0 = -0{,}10 - F + f(5)$
VI . . . . $0 = +0{,}12 - F + f(6)$
VII . . . . $0 = +0{,}09 - F + f(7)$
VIII . . . . $0 = +0{,}08 - F + f(8)$

woraus

$$f(2) = -0{,}06$$
$$f(3) = +0{,}11$$
$$f(4) = -0{,}02$$
$$f(5) = +0{,}04$$
$$f(6) = -0{,}18$$
$$f(7) = -0{,}15$$
$$f(8) = -0{,}14$$

oder die verbesserten Fadenlängen

I $= 159{,}60$
II $= 149{,}14$
III $= 140{,}61$
IV $= 130{,}28$
V $= 115{,}24$
VI $= 105{,}52$
VII $= 93{,}15$
VIII $= 76{,}46$

folgen.

Durch die gefundenen Werthe von $f(2)$, $f(3)$, ...

Digitized by Google

ist man in den Stand gesetzt, die durch den II, III, ... Faden erhaltenen Bestimmungen der oberen Punkte, von den ihnen noch anhängenden $f(2)$, $f(3)$, ... zu befreien; den II Faden giebt z. B. durch Hinzufügung von $f(2) = -0{,}06$,

$$\begin{aligned}
\varphi(123{,}28) &= -0{,}12 - F\\
\varphi(134{,}23) &= -0{,}20 - F\\
\varphi(145{,}08) &= -0{,}30 - F\\
\varphi(155{,}80) &= -0{,}26 - F\\
\varphi(166{,}45) &= -0{,}22 - F\\
\varphi(177{,}10) &= -0{,}07 - F\\
\varphi(187{,}73) &= +0{,}03 - F\\
\varphi(198{,}30) &= +0{,}19 - F\\
\varphi(208{,}68) &= +0{,}30 - F.\\
\varphi(219{,}28) &= \quad 0{,}00 - F.
\end{aligned}$$

Nun schreibt man die beobachteten oberen Punkte sämmtlicher Fäden, nach der Tafel (Art. 4) in der Ordnung, in welcher sie aufeinander folgen, und setzt jedem, für welchen die Verbesserung schon gefunden ist, diese bei. Den Anfang der hierdurch erhaltenen Tafel benutzt man, um durch das arithmetische Mittel aus mehreren nahe beisammenliegenden Verbesserungen, die Verbesserungen $\varphi\ 80°$, $\varphi\ 90°$ .... $\varphi\ 150°$ zu erhalten, und diese wieder um alle noch leeren Plätze der Tafel auszufüllen, wodurch man die Verbesserungen bis zu dem höchsten Punkte der Scale erhalten wird. Sobald man diese kennt, bestimmt man die unteren, nicht bei *allen* Fäden beobachteten Punkte, hier also $-40°$ und $-30°$. Auf diese Art erhält man die *erste* Annäherung vollständig, und es geht aus dem Verfahren hervor, dass allen so bestimmten Werthen der Verbesserungen noch $-F$ anhängt, welches, da es für alle gleich ist, weggelassen werden kann.

Digitized by Google

Ich werde den letzten Theil der Rechnung, durch die Mittheilung der erwähnten Zuſammenſtellung aller Verbeſſerungen, anſchaulich machen und dabei die *zuerſt* ausgefüllten Zahlen durch einen (*) bezeichnen.

x	φx	x	φx	x	φx	x	φx
51,00	− 0,52*	131,90	− 0,13*	166,45	− 0,22*	202,85	+ 0,26
61,35	0,00*	132,43	− 0,10*	166,93	− 0,28	205,28	+ 0,15
67,05	+ 0,12*	133,60	− 0,19*	168,70	− 0,20*	205,38	+ 0,26
71,90	+ 0,20*	133,78	− 0,16*	169,05	− 0,15*	206,20	+ 0,11
77,85	+ 0,19*	134,23	− 0,20*	173,45	− 0,08	208,68	+ 0,30*
79,33	+ 0,21*	136,35	− 0,10*	175,25	− 0,19*	208,70	+ 0,25*
82,60	+ 0,26*	136,55	− 0,27*	175,95	+ 0,01*	210,10	+ 0,40
88,68	+ 0,11*	136,85	− 0,17*	176,65	− 0,07	210,45	+ 0,30*
89,10	+ 0,16*	142,78	− 0,28	176,95	− 0,26*	212,73	+ 0,31
90,18	+ 0,23*	143,25	− 0,12*	177,10	− 0,07*	215,20	+ 0,16
93,30	+ 0,25*	144,28	− 0,14*	179,23	0,00*	215,30	+ 0,18
99,40	+ 0,15*	144,75	− 0,26*	179,70	− 0,07*	216,15	+ 0,11
100,08	+ 0,05*	145,08	− 0,30*	183,30	+ 0,04	219,28	0,00*
101,03	+ 0,13*	146,95	− 0,35*	185,30	− 0,06*	219,35	+ 0,07*
104,18	+ 0,12*	147,20	− 0,19*	185,73	+ 0,01	220,48	− 0,01
104,25	+ 0,10*	147,60	− 0,23*	186,28	+ 0,14	220,80	+ 0,03
110,30	− 0,06*	153,33	− 0,36*	187,40	+ 0,10*	222,90	+ 0,10
110,95	− 0,07*	154,03	− 0,17*	187,73	+ 0,03*	225,20	0,00
111,93	− 0,01*	155,08	− 0,21*	189,85	+ 0,11*	225,30	+ 0,11
114,85	− 0,22*	155,55	− 0,31*	190,03	+ 0,07*	226,38	− 0,15
115,15	− 0,07*	155,80	− 0,26*	193,08	+ 0,19	229,38	− 0,02
115,33	− 0,16*	156,90	− 0,22	195,35	+ 0,11	229,73	− 0,07*
121,05	− 0,01*	158,00	− 0,30*	195,65	+ 0,06	230,30	+ 0,10
121,68	− 0,04*	158,25	− 0,08*	196,03	+ 0,32	230,70	+ 0,10
122,78	− 0,17*	163,60	− 0,07	198,00	+ 0,22*		
123,28	− 0,12*	164,83	− 0,24*	198,30	+ 0,19*		
125,73	− 0,23*	165,55	− 0,21*	200,23	+ 0,20*		
126,00	− 0,19*	166,15	− 0,15*	200,25	+ 0,15*		
126,00	− 0,08*						

Die Beſtimmung von φ 80, φ 90 u. ſ. w. erhält man dadurch, daſs man die in dieſer Tafel angegebenen Zahlen zu ſo vielen arithmetiſchen Mitteln vereinigt, als man Punkte über 70° hinaus zu beſtimmen hat, und aus dieſen für die runden Zahlen der Scale inter-

Digitized by Google

polirt. Ich habe die zuſammen verbundenen durch Striche getrennt, und auf dieſe Weiſe erhalten:

φ 66,77 = + 0,11	φ 155,87 = − 0,24
φ 79,93 = + 0,22	φ 166,41 = − 0,19
φ 90,32 = + 0,19	φ 176,79 = − 0,09
φ 101,70 = + 0,11	φ 186,95 = + 0,06
φ 113,80 = − 0,10	φ 197,11 − + 0,18
φ 123,79 = − 0,12	φ 207,20 = + 0,25
φ 134,46 = − 0,17	φ 217,41 = + 0,11
φ 145,24 = − 0,23	φ 227,49 = + 0,02

woraus ſich durch Interpolation ergiebt:

φ 80 = + 0,22	φ 160 = − 0,22
φ 90 = + 0,19	φ 170 = − 0,16
φ 100 = + 0,12	φ 180 = − 0,04
φ 110 = − 0,04	φ 190 = + 0,10
φ 120 = − 0,11	φ 200 = + 0,21
φ 130 = − 0,15	φ 210 = + 0,24
φ 140 = − 0,20	φ 220 = + 0,09
φ 150 = − 0,23	φ 230 = 0,00

Endlich beſtimmt man hieraus und aus den bekannten Fadenlängen die beiden unterſten Punkte der Scale, nämlich

$$\varphi(-40) = -7°,47\ ,\quad \varphi(-30) = -6°,75.$$

Stellt man alle gefundenen Verbeſſerungen zuſammen, ſo hat man damit das Reſultat der *erſten* Annäherung:

φ (−40) = − 7°,47	φ (20) = − 2,91
φ (−30) = − 6,75	φ (30) = − 2,11
φ (−20) = − 5,98	φ (40) = − 1,38
φ (−10) = − 5,11	φ (50) = − 0,65
φ (0) = − 4,36	φ (60) = − 0,18
φ (10) = − 3,60	φ (70) = + 0,14

Digitized by Google

$\varphi\,(80) = +\,0°,22$	$\varphi\,(160) = -\,0,22$
$\varphi\,(90) = +\,0,19$	$\varphi\,(170) = -\,0,16$
$\varphi\,(100) = +\,0,12$	$\varphi\,(180) = -\,0,04$
$\varphi\,(110) = -\,0,04$	$\varphi\,(190) = +\,0,10$
$\varphi\,(120) = -\,0,11$	$\varphi\,(200) = +\,0,21$
$\varphi\,(130) = -\,0,15$	$\varphi\,(210) = +\,0,24$
$\varphi\,(140) = -\,0,20$	$\varphi\,(220) = +\,0,09$
$\varphi\,(150) = -\,0,23$	$\varphi\,(230) = \quad 0,00$

Ich bemerke hierbei noch, dafs man φ 80, φ 90, ... φ (130), welche hier nur durch die oberen Enden der Fäden beſtimmt worden ſind, auch durch die unteren beſtimmen kann, wodurch der Einfluſs der Beobachtungsfehler verkleinert wird. Bei der *erſten* Annäherung iſt dieſer aber unweſentlich, und es iſt immer hinreichend, wenn man dieſe Vermehrung der Sicherheit bei der zweiten anwendet.

8. Sobald die *erſte* Annäherung gemacht iſt, ſetzt man die daraus hervorgehenden Verbeſſerungen aller Zahlen der Tafel im 4 Art. hinzu, wodurch man eine neue Angabe der Beobachtungen, nämlich auf die näherungsweiſe verbeſſerte Scale bezogen, erhält. Mit dieſer veränderten Tafel verfährt man genau ſo, wie vorher mit der urſprünglichen, weshalb es auch hinreichend ſeyn wird, hier nur die Reſultate anzugeben.

Dieſe ſind zuerſt:

$\varphi\,(-20) = \quad 0,00$	
$\varphi\,(-10) = +\,0,01$	
$\varphi\,(\quad 0\,) = +\,0,01$	
$\varphi\,(+10) = -\,0,03$	
$\varphi\,(\,20) = +\,0,03$	
$\varphi\,(\,30) = -\,0,04$	

Digitized by Google

$$\varphi\,(40) = -\,0{,}03$$
$$\varphi\,(50) = +\,0{,}02$$
$$\varphi\,(60) = +\,0{,}04$$
$$\varphi\,(70) = +\,0{,}06$$

Dann folgen die Verbeſſerungen der Fäden und dieſe ſelbſt:

	I = 159,60
$f(2) = 0{,}00$;	II = 149,14
$f(3) = -\,0{,}01$;	III = 140,60
$f(4) = -\,0{,}04$;	IV = 130,24
$f(5) = -\,0{,}04$;	V = 115,20
$f(6) = -\,0{,}02$;	VI = 105,50
$f(7) = -\,0{,}01$;	VII = 93,14
$f(8) = -\,0{,}04$;	VIII = 76,42

Hieraus ergeben ſich die Verbeſſerungen für die Punkte über 70° hinaus:

$\varphi\,(80°) = -\,0{,}03$	$\varphi\,(160) = -\,0{,}04$
$\varphi\,(90) = -\,0{,}01$	$\varphi\,(170) = -\,0{,}06$
$\varphi\,(100) = -\,0{,}02$	$\varphi\,(180) = -\,0{,}05$
$\varphi\,(110) = -\,0{,}05$	$\varphi\,(190) = -\,0{,}01$
$\varphi\,(120) = -\,0{,}03$	$\varphi\,(200) = -\,0{,}01$
$\varphi\,(130) = -\,0{,}02$	$\varphi\,(210) = -\,0{,}02$
$\varphi\,(140) = -\,0{,}02$	$\varphi\,(220) = -\,0{,}04$
$\varphi\,(150) = -\,0{,}03$	$\varphi\,(230) = 0{,}00$

und endlich die Verbeſſerungen für die beiden unteren Punkte

$$\varphi\,(-40) = +\,0{,}01$$
$$\varphi\,(-30) = +\,0{,}01.$$

Beſtimmt man noch, nach der Bemerkung am Ende des 7 Art., $\varphi\,(80)$, $\varphi\,(90)$ .... $\varphi\,(130)$ durch die unteren Enden der Fäden, ſo erhält man

Digitized by Google

$\varphi(80) = -0{,}01 \cdot 7$ Beobb.
$\varphi(90) = +0{,}04 \cdot 6$ -
$\varphi(100) = -0{,}02 \cdot 5$ -
$\varphi(110) = -0{,}02 \cdot 4$ -
$\varphi(120) = -0{,}10 \cdot 3$ -
$\varphi(130) = +0{,}05 \cdot 2$ -

und wenn man aus dieſer und der vorigen Beſtimmung das Mittel, mit Rückſicht auf die jeder derſelben zum Grunde liegende Anzahl der Fäden nimmt, und dieſes der erſten Annäherung hinzuſetzt, ſo erhält man als Reſultat der *zweiten* Annäherung:

$\varphi(-40°) = -7°{,}46$	$\varphi(100) = +0°{,}10$
$\varphi(-30) = -6{,}74$	$\varphi(110) = -0{,}08$
$\varphi(-20) = -5{,}98$	$\varphi(120) = -0{,}16$
$\varphi(-10) = -5{,}10$	$\varphi(130) = -0{,}16$
$\varphi(0) = -4{,}35$	$\varphi(140) = -0{,}22$
$\varphi(10) = -3{,}63$	$\varphi(150) = -0{,}26$
$\varphi(20) = -2{,}88$	$\varphi(160) = -0{,}26$
$\varphi(30) = -2{,}15$	$\varphi(170) = -0{,}22$
$\varphi(40) = -1{,}41$	$\varphi(180) = -0{,}09$
$\varphi(50) = -0{,}63$	$\varphi(190) = +0{,}09$
$\varphi(60) = -0{,}14$	$\varphi(200) = +0{,}20$
$\varphi(70) = +0{,}20$	$\varphi(210) = +0{,}22$
$\varphi(80) = +0{,}20$	$\varphi(220) = +0{,}05$
$\varphi(90) = +0{,}20$	$\varphi(230) = 0{,}00$

Dieſe Zahlen ſind ſo wenig von den aus der erſten Annäherung gefolgerten verſchieden, daſs es ganz unnöthig ſeyn würde, eine dritte zu ſuchen; man hätte es ſogar ohne groſsen Nachtheil bei der erſten bewenden laſſen können, indem die Verbeſſerungen, welche die zweite ergeben hat, kleiner ſind als die unvermeidlichen Ableſungsfehler. Um ſich nach vollendeter Beſtimmung der Verbeſſerungen, von dem Er-

Digitized by Google

folge der Unterſuchung zu überzeugen, muſs man die unmittelbaren Ableſungen durch die Angaben der Tafel verbeſſern, die Fadenlängen im Mittel aus allen Beobachtungen beſtimmen, und hiermit den Fehler jeder einzelnen Beobachtung ſuchen. Für das hier gegebene Beiſpiel finden ſich dieſe Fehler:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
−0,08	+0,04	−0,05	+0,12	+0,07	−0,03	+0,03	−0,05
0,00	+0,07	−0,02	−0,03	−0,03	+0,05	+0,02	−0,09
0,00	−0,04	+0,13	−0,05	+0,05	0,00	+0,03	0,00
+0,03	+0,01	+0,10	+0,06	+0,05	−0,03	+0,10	−0,03
+0,06	+0,05	−0,07	−0,05	−0,02	−0,05	+0,01	−0,10
−0,04	+0,03	+0,01	+0,04	−0,08	−0,05	−0,03	−0,04
+0,11	−0,05	+0,05	−0,01	−0,09	−0,01	−0,09	−0,03
+0,02	−0,03	+0,05	−0,10	−0,07	+0,06	+0,11	+0,01
+0,02	+0,05	−0,03	0,00	−0,05	−0,06	+0,05	+0,03
−0,02	−0,02	0,00	0,00	−0,02	−0,06	+0,08	+0,04
−0,03	−0,09	0,00	+0,02	0,00	−0,06	+0,02	−0,02
−0,05	0,00	−0,11	+0,01	−0,13	+0,09	−0,06	+0,03
	+0,04	+0,07	−0,12	+0,08	+0,04	−0,06	−0,04
		−0,07	+0,09	+0,08	+0,10	−0,02	−0,07
			−0,04	+0,01	0,00	+0,01	−0,11
				+0,08	0,00	−0,06	+0,13
					−0,02	−0,03	+0,03
							+0,20

Diese Fehler ſind, mit einziger Ausnahme des letzten, bei welchem ein zufälliger Irrthum vorgefallen ſeyn muſs, in den Gränzen derjenigen, welche man bei der Ableſung des oberen und bei der Stellung des unteren Fadenendes auf einen Theilſtrich begehen kann; ſie zeigen daher den vollſtändigen Erfolg der Unterſuchung.

10. Um das Thermometer nun in Beziehung auf die feſten Punkte zu berichtigen, wurde der Siedepunkt durch den von Cavendish empfohlenen Apparat beſtimmt, und (für die Barometerhöhe = 0,76 Mét.) 220°,9 der Scale entſprechend gefunden; der

Digitized by Google

Eispunkt fand sich bei 31°,8. Man hat daher, nach der Tafel der Verbesserungen

$$s + \varphi s = 210{,}94$$
$$e + \varphi e = 29{,}78$$

und, nach der Formel im 2ten Art., den dem Punkte x der Scale entsprechenden wahren Fahrenheit'schen Grad

$$f = 32 + 180 \cdot \frac{x + \varphi x - 29{,}78}{191{,}16}$$
$$= 3°{,}959 + 0{,}94162\,(x + \varphi x)$$

oder die Verbesserung, welche man dem Punkte x hinzufügen muss, um die wahre Temperatur zu erhalten

$$f - x = 3°{,}959 - 0{,}05838 \cdot x + 0{,}94162 \cdot \varphi x,$$

aus welcher Formel folgende Verbesserungstafel des Thermometers hervorgeht

Scale	$f-x$	Scale	$f-x$
− 40°	−0°,73	90°	−1°,10
− 30	− 0,64	100	− 1,78
− 20	− 0,50	110	− 2,54
− 10	− 0,26	120	− 3,20
0	− 0,14	130	− 3,79
+ 10	− 0,04	140	− 4,43
20	+ 0,08	150	− 5,05
30	+ 0,18	160	− 5,63
40	+ 0,30	170	− 6,18
50	+ 0,45	180	− 6,64
60	+ 0,34	190	− 7,05
70	+ 0,07	200	− 7,52
80	− 0,52	210	− 8,09
90	− 1,10	220	− 8,84

11. Es ist nun noch übrig, dass ich zeige, wie man eine sehr schnelle Convergenz der Rechnung zur Wahrheit, in *allen* Fällen erhalten kann. Dieselbe findet sich ohne weitere Vorbereitung, wenn wenigstens eine Hälfte des Thermometers nur Unregelmäsigkeiten, nicht progressiv fortgehende bedeutende Verlängerungen oder Verkürzungen der Fadenlängen zeigt; es ist nämlich dann hinreichend, dass man den Anfang der Rechnung mit *dieser* Hälfte mache, und

Digitized by Google

alſo nicht zuerſt durch die obere die untere beſtimme, wie in dem gegebenen Beiſpiele, ſondern umgekehrt durch die untere die obere, wenn in der erſteren die Fäden ſich weniger ſtark progreſſiv verändern. In dieſem Falle iſt es leichter für die Rechnung, wenn man nicht die unteren, ſondern die oberen Enden der Fäden, auf runde Zahlen der Scale ſtellt; wobei ich noch bemerke, daſs es in jedem Falle nicht ohne Vortheil iſt, eine doppelte Beobachtungsreihe zu machen, bei welcher man ein Mal von den unteren runden Zahlen, das andre Mal von den oberen ausgeht.

Findet ſich aber weder die untere noch die obere Hälfte der Röhre der Scale einigermaſsen entſprechend, und erleiden die Fadenlängen groſse progreſſive Aenderungen, ſo beſteht das Mittel, welches man anwenden muſs, um dennoch eine ſchnelle Annäherung der Rechnung zu erhalten, darin, daſs man die Punkte der Scale vorläufig ſo corrigirt, daſs das Progreſſive der Veränderungen verkleinert oder vernichtet wird; man gründet dann die erſte Annäherung nicht auf die unmittelbaren Ableſungen, ſondern auf die corrigirten. Die Correctionen aber dürfen in jedem Falle nur beiläufig bekannt ſeyn, und man muſs bei ihrer Feſtſetzung nur vermeiden, ſie ſo unregelmäſsig fortſchreiben zu laſſen, daſs daraus eine Schwierigkeit in der Interpolation, für Punkte, welche nicht auf runde Zahlen der Scale fallen, entſteht.

Man kann dieſe vorläufige Correction der Scale auf mehr als eine Art erlangen; die leichteſte ſcheint mir zu ſeyn, daſs man einen ſehr kurzen Faden, z. B. von etwa 30° Länge, abtrennt, denſelben mit ſeinem einen Ende auf den höchſten Punkt der Scale bringt, und den Ort a der Scale, welcher dem anderen Ende entſpricht, anmerkt; dann mit dem oberen Ende auf a, und dem unteren auf einen neuen Punkt a', u. ſ. w. bis er etwa die Hälfte der Scale oder mehr durchlaufen hat. Nimmt man die Länge dieſes Fadens willkürlich, etwa ſo, wie eine der Beobachtungen ſie giebt, ſo erhält man $\varphi a, \varphi a', \varphi a'' \ldots$. und hieraus interpolirt man für die runden Zahlen der Scale vom oberen Ende bis etwa zu der Mitte derſelben. Die hieraus hervorgehenden vorläufigen Verbeſſerungen der Beobachtungen werden hinreichen, der ſpäteren Rechnung eine ſehr ſchnelle Annäherung zu geben.

Digitized by Google

III.

Berichtigungen und Zusätze zu den in diesen Annalen Bd. 3. St. 3. und 4 enthaltenen Beobachtungen über die Intensität des Erdmagnetismus;

von

Chr. Hansteen *).

Eine längere Beobachtungsreise, welche ich im Sommer 1825 rings um den Bothnischen Meerbusen machte, gab Anlass zur Ausmittelung einiger Verbesserungen des von mir angewendeten Apparats. Da ich in der oben angeführten Abhandlung andre reisende Physiker und Astronomen aufgefordert habe, diese Beobachtungen über einen grösern Theil der Erdoberfläche auszudehnen, wie auch der Hoffnung bin, dass dies mit der Zeit geschehen werde, so halte ich es für zweckmäfsig, hier einige kleine Verbesserungen des Apparats zu beschreiben, welche Vieles zur Bequemlichkeit und Genauigkeit der Beobachtung beitragen, wobei ich zugleich Gelegenheit bekomme, einige Fehler, die sich eingeschlichen haben, zu berichtigen.

Der Kasten. Statt des kleinen hölzernen Cylinders *a b* (Fig. 5. Taf. I. Jahrg. 1824, 3. St.) woran der Aufhängefaden befestigt ist, bedient man sich bequemer eines längeren Messingcylinders *a b* (Taf. V. Fig. 8), versehen mit einem Kopfe *m n*, mittelst dessen er um-

*) Aus dem „Magazin for Naturvidenskaberne" Jahrg. 1825 4. St. mit etlichen Zusätzen des Verfassers, übersetzt von Hr. Hanson.

Digitized by Google

gedreht und der magnetiſche Cylinder gehoben oder auf den Boden des Kaſtens hinabgelaſſen werden kann. Dadurch kann man auf leichte Weiſe die Seitenſchwingungen des Cylinders hemmen. Der obere mit Schraubengängen verſehene Theil der hölzernen Röhre *AB* iſt bei *h* und *i* durchſägt; in dieſen Einſchnitt wird der Meſſingcylinder *a b* hinabgedrückt, welcher mit 4 kleinen ringförmigen Erhöhungen verſehen iſt, von denen die beiden äuſseren *c* und *d* dazu dienen, dem Cylinder eine feſte Lage in der Röhre zu geben, die mittleren *e* und *f* aber, den Faden aufzunehmen. Die eine dieſer ringförmigen Platten *e* iſt grade bis zur Oberfläche des Cylinders hinab durchſchnitten, und durch dieſen Einſchnitt wird der Faden gelegt, deſſen Ende durch ein Wachsklümpchen dergeſtalt in *g* befeſtigt iſt, daſs deſſen Fortſetzung zwiſchen die Platten *e* und *f* in die Mitte der hölzernen Röhre fällt. Wenn der Deckel aufgeſchraubt wird, klemmt er den Meſſingcylinder bei *a* und *k*, und erzeugt dadurch eine Reibung, die groſs genug iſt, um zu verhindern, daſs dieſer durch das Gewicht des angehängten magnetiſchen Cylinders umgedreht werde. Soll das Inſtrument eingepackt werden, ſo nimmt man den Meſſingcylinder *a b* heraus, rollt den anhängenden Faden darauf und verwahrt beide in einem kleinen mit Sammet gefütterten Etui, in welchem zugleich für den magnetiſchen Cylinder und die drei Fuſsſchrauben des Kaſtens Vertiefungen gemacht ſind.

Das Stativ. Der cylindriſche Theil, auf welchem die dreieckige Platte *GIH* (Fig. 2 Taf. I. Jahrg. 1825. 3. St.) feſtgeſchraubt iſt, muſs aus zwei Theilen beſtehen,

Digitized by Google

die durch eine Schraube dermafsen vereinigt sind, dafs man den dreieckigen Kopf abschrauben kann, der in einem eigenen dreieckigen Kasten verwahrt wird; über den unteren Theil des Kopfes, auf welchen die 3 Füfse festgeschraubt sind, wird ein lederner Sack gezogen. Das auf diese Weise verwahrte Stativ ist weniger der Beschädigung ausgesetzt.

Der Faden wird am sichersten auf folgende Weise am Haken befestigt. Man klebt ein Wachsklümpchen an das eine Ende desselben, um es festhalten zu können, schlägt dieses Ende ein paar Mal um das Auge des Hakens und legt es darauf zurück, so dafs der untere Theil des Fadens (etwa $\frac{1}{4}$ Zoll) doppelt liegt, und bestreicht diesen doppelten Theil ein paar Mal mit einem angefeuchteten Stück Mundleim, worauf das Wachsklümpchen behutsam abgenommen wird. Auf dieselbe Weise kann man auch den Faden, wenn er abreifst, zusammenfügen, oder zwei seidene Fäden vereinigen, falls einer zu schwach wäre, den magnetischen Cylinder zu tragen.

Der magnetische Cylinder. Je schwächer die magnetische Kraft, die den magnetischen Cylinder in Bewegung setzt, und je geringer die Masse des Cylinders ist, desto weniger vermag er den Widerstand der Luft zu überwinden. Nun wird zwar die magnetische Intensität stärker gen Norden; da jedoch die Inclination zunimmt, so wird der Theil der Kraft, der auf den horizontalen Cylinder wirkt, gleichwohl geringer, wie die längere Schwingungszeit gen Norden hinlänglich darthut. Die Folge davon ist, dafs die letzten Schwingungen so klein werden, dafs sie entweder gar nicht,

Digitized by Google

oder wenigſtens nicht mit Genauigkeit beobachtet werden können. Folgender Verſuch zeigt dieſe Verbindung zwiſchen der Abnahme der Schwingungsbögen und der Gröſse der Kraft. Der dollondſche Cylinder wurde auf 40° Elongation gebracht und der Zeitmoment der erſten und 300ſten Schwingung angezeichnet, wodurch die Zeit von 300 Schwingungen gefunden wurde = 13′ 38″,1 = 818″1; zugleich wurde die Anzahl der Schwingungen aufgezeichnet, nach deren Verlauf die Elongation durch den Widerſtand der Luft zu 30°, 20°, 10° u. ſ. w. vermindert war (in der nachſtehenden Tabelle bezeichnet mit No. II). Darauf wurde in dem magnetiſchen Meridian ſüdwärts vom Apparat, in der Entfernung von etwas über einen Fuſs, ein ſtarker prismatiſcher Magnet gelegt, deſſen Südpol ſich gegen den Südpol des Cylinders kehrte, wodurch alſo ein Theil der Wirkung des Erdmagnetismus auf den Cylinder aufgehoben wurde, und nun dieſelben Beobachtungen ausgeführt. Die Zeit von 300 Schwingungen wurde gefunden = 15′ 37″5 = 937″5 und die Anzahl der Schwingungen bei den verſchiedenen Elongationen wie in der nachſtehenden Tabelle (No. III). Endlich wurde der Magnet dergeſtalt umgekehrt, daſs der Nordpol ſich gegen den Südpol des Cylinders wandte, wodurch alſo die magnetiſche Kraft, die auf den Cylinder wirkte, vermehrt wurde. Die Zeit von 300 Schwingungen ward nun gefunden = 12′12″0 = 732″0 und die Anzahl der Schwingungen bei den verſchiedenen Elongationen wie in der folgenden Tabelle No. 1.

Digitized by Google

Schwingungsbogen	Anzahl der Schwingungen. I	II	III
40°	0	0	0
30	40	37	34
20	99	94	86
10	212	196	182
8	248	232	208
6	296	276	252
4	368	326	304
2	468	426	396

Die Kraft verhält sich umgekehrt wie die Quadrate der Schwingungszeiten; bezeichnet man den Verhältnisexponenten in der geometrischen Reihe, welcher aus den auf einander folgenden Schwingungsbogen gebildet wird, mit m, so findet man aus der Anzahl der Schwingungen bei der Elongation 10° folgende Werthe von m, wozu die entsprechende Gröfse der Kraft hinzugefügt ist.

	Zeit von 300 Schwingungen.	Kraft	m
I.	732″0	1,2491	0,99348
II.	818,1	1,0000	0,99296
III.	937,5	0,7615	0,99241

Man ersieht hieraus, dafs sich in diesen drei Fällen die Kraft etwa wie $1\frac{1}{4}$ 1 und $\frac{3}{4}$ verhielt, und dafs die Schwingungsbögen in demselben Verhältnisse schneller abnehmen, d. i. dafs der Verhältnisexponent in der Reihe, welche von den auf einander folgenden Schwingungsbogen gebildet wird, kleiner ist, wenn die Kraft kleiner ist. Auf einer Reise nach Tornea im verwichenen Sommer wurde dieser Uebelstand besonders merklich. Schon bei Drontheim waren die letzten Schwingungen so klein, dafs ich genöthigt ward, die folgenden Beobachtungen mit einer Elongation von 300

Digitized by Google

anzufangen, und deſſenungeachtet geſchah es bisweilen, daſs die letzten Schwingungen ſo klein waren, daſs ſie nicht ohne Schwierigkeit beobachtet werden konnten.

Ein älterer kurzer und dicker Cylinder, der im Jahre 1820 vom Hrn. Uhrmacher Enger verfertigt worden, wurde 1825 geprüft und ich fand, daſs er nach Vollführung von 360 Schwingungen mit der Anfangs-Elongation 20° noch 6° auf jeder Seite des Nullpunktes ſchwang; für dieſen wurde $m = 099666$, für den dollondſchen $= 0{,}99296$ gefunden. Hierdurch wurde ich darauf aufmerkſam, was überdies aus theoretiſchen Gründen klar iſt, *daſs kurze und dicke Cylinder den langen und dünnen vorzuziehen ſind.* In der Folge lieſs ich Hrn. Inſtrumentenmacher Clauſen zwei ähnliche an beiden Enden zugeſpitzte Cylinder verfertigen, deren Dimenſionen und Gewicht folgendes war:

Länge von Spitze zu Spitze	62 Millim.	60,5 mm.
Der cylindriſche Theil .	57 -	55,2 -
Durchmeſſer . . .	3,8 -	3,8 -
Gewicht mit Hülſe . .	5,06 Grammen	
- ohne Hülſe . .	4,97 -	

Auch dieſe Cylinder, die etwas länger als der Engerſche waren, hatten nach 360 Schwingungen einen Schwingungsbogen von über 4°. Ich möchte daher rathen, den Durchmeſſer des Cylinders etwa 4 Millimeter und ſeine Länge nicht über 60 Millimeter zu machen.

In der erwähnten Abhandlung habe ich Verſuche mit mehreren Cylindern angeführt, deren Härtung nicht ſtark genug war, um die magnetiſche Kraft unverändert zu erhalten. Der Engerſche Cylinder, deſ-

Digitized by Google

ſen Härtung durch Kochen in Oel nicht vermindert war, vollführte gefundener Maſsen 300 Schwingungen in folgenden Zeiten

1820	April	8 =	711″43 gleich nach dem Streichen
		18 =	714,25
	Mai	5 =	715,50
		20 =	716,00
		25 =	716,84
		27 =	714,75
1825	Mai	15 =	718,99

Dieſe Schwingungszeiten ſind auf das Mittel des Jahres reducirt, und da die Veränderung von Ende Mais 1820 bis Mitte Mais 1825 nicht mehr als 3 Sekunden betragen, ſo iſt es wahrſcheinlich, daſs die Intenſität dieſes Cylinders in den letzten 3 bis 4 Jahren ganz unveränderlich geweſen iſt *).

Am angeführten Orte habe ich geſagt, „man müſſe den Cylinder vor Roſtflecken verwahren, wodurch ſeine Intenſität geſchwächt werden würde.“ Daſs dieſe Vorſichtsmaſsregel nicht ſo nothwendig iſt, wie man zeither geglaubt, beweiſt folgende Erfahrung. Der Cylinder No. 3, der vom Profeſſor Oerſted auf ſeiner Reiſe durch Deutſchland, Frankreich und England gebraucht worden, war auf der überaus feuchten Sternwarte auf Holkens Baſtion in Kopenhagen von 1823 bis 1825 liegen geblieben und daſelbſt mit einem dicken und tiefen Roſte überzogen worden, daſs er ſogar einen ſtarken Roſtſtrich am Boden des Kaſtens hinterlaſſen

*) Dieſen Cylinder mit zugehörigem Apparat hat mir Herr Profeſſor Schumacher gütigſt verſprochen an die bedeutendſten Sternwarten in Europa zu verſenden, um genaue Intenſitätsbeſtimmungen aus weiter entlegenen Gegenden zu erhalten.

Digitized by Google

hatte. Nachdem ich denſelben zurückbekommen hatte, ſchliff ich ihn mit Waſſer auf einem feinen grauweiſsen türkiſchen Oelſteine ab (wozu es ſogar eines ziemlich ſtarken Druckes bedurfte), ohne doch die Flecke ganz ausmerzen zu können. Um zu erfahren, was für einen Einfluſs dieſer ſtarke Roſt auf ſeine Intenſität haben möchte, beobachtete ich, ohne ihn anzuſtreichen, die Zeit von 300 Schwingungen auf gewöhnliche Weiſe. Reducirt auf die mittlere Schwingungszeit des Jahres in Chriſtiania, wurde ſolchergeſtalt mit dieſem Cylinder die Zeit von 300 Schwingungen gefunden im

September 1822 = 793″42
1823 = 795,19
Juni 1825 = 795,46

woraus alſo erhellt, *daſs der Roſt faſt gar keinen Einfluſs auf die Intenſität gehabt habe.* Inzwiſchen erfordert es doch die Vorſicht, den Cylinder davor zu bewahren.

Reduction zu Schwingungen in unendlich kleinen Bogen. Die Seite 259 (Jahrg. 1825, St. 3) entwickelte Reduction zu Schwingungen in unendlich kleinen Bogen würde ſtreng richtig ſeyn, wenn man den Anfang der Schwingungen von der Mitte des Schwingungsbogens, d. i. von dem magnetiſchen Meridian rechnete; denn dann würde der Cylinder eine halbe Schwingung vom Meridian zur Elongation e und darauf eine halbe Schwingung zurück durch denſelben Bogen zum Meridian, ferner eine halbe Schwingung auf der entgegengeſetzten Seite des Meridians zur Elongation me und wieder zurück u. ſ. w. machen, ſo daſs der Cylinder 2 Bogen $= e$, 2 Bogen $= me$, $2 = m^2e$

u. ſ. w. durchliefe. Dieſe Methode ſcheint den Vorzug zu haben, daſs der Cylinder in der Mitte des Bogens (des Meridians) die gröſste Geſchwindigkeit hat, und daſs man ſonach den Durchgang durch dieſen Punkt, genauer beobachten kann als das Aufhören der Bewegung bei der gröſsten Elongation. Dieſer Vortheil wird aber durch folgende Unſicherheit gänzlich aufgehoben. Es iſt beim Anfange der Beobachtung kaum möglich, den Cylinder völlig zur Ruhe zu bringen und den Kaſten genau in den magnetiſchen Meridian zu ſtellen (wenigſtens würde dies viel Zeit erfordern). Macht nun z. B. der mit o° bezeichnete Durchmeſſer am Boden des Kaſtens einen Winkel von $\frac{1}{4}$ Grad mit dem magnetiſchen Meridian, und fängt die Beobachtung mit einer Elongation von 20° an und endet mit einer Elongation von 2°, ſo begeht man beim Anfange der Beobachtung einen Fehler, welcher gleich iſt der Zeit von $\frac{1}{40}$ des erſten halben Bogens, und beim Ende einen Fehler gleich der Zeit von $\frac{1}{4}$ des letzten halben Bogens; und der Fehler in der Zeit von 500 Schwingungen wird betragen $\frac{1}{4} - \frac{1}{40} = \frac{9}{40}$ einer halben oder $\frac{9}{80}$ (etwa $\frac{1}{9}$) einer ganzen Schwingung. Ich habe es daher vorgezogen, die gröſsten Elongationen zu beobachten. Allein in dieſem Falle beginnt die erſte Schwingung mit der Elongation e und endet an der entgegengeſetzten Seite des Meridians mit der Elongation me; die zweite Schwingung beginnt mit der Elongation me und endet mit m^2e u. ſ. w. Demnach werden die Grenzen jedes Schwingungsbogens folgende: bei der

1ſten Schwingung Anfang e Ende me
2ten - - me - m^2e

Digitized by Google

3ten Schwingung Anfang m^2e Ende m^3e

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

me - - $m^{n-1}e$ - m^ne

Man hat alſo eine halbe Schwingung durch den Bogen e, zwei halbe durch den Bogen me, zwei halbe durch den Bogen m^2e u. ſ. w. und endlich eine halbe Schwingung durch den Bogen m^ne. Setzt man dieſe Werthe in die Reihe I S. 259 und drückt die Sinus der Bogen durch die Bogen ſelbſt aus, ſo erhält man

$$T' = t\left[n + \tfrac{1}{2}\left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{(1+m^2)\,(1-m^{2n})}{1-m^2} + \tfrac{11}{24}\left(\frac{e}{4}\right)^4 \cdot \frac{(1+m^4)(1-m^{4n})}{1-m^4} + \tfrac{173}{360}\left(\frac{e}{4}\right)^6 \cdot \frac{(1+m^6)(1-m^{6n})}{1-m^6} + \right],$$

wo T' die Zeit von n Schwingungen mit der Anfangs-Elongation e iſt *). Mehrere Glieder dieſer Reihe ſind nicht nothwendig, wäre auch $e = 90°$. Iſt e nicht über 20°, was hinlänglich iſt, wenn der Cylinder die oben vorgeſchlagenen Dimenſionen hat, ſo kann man ſogar die beiden letzten Glieder auſser Betracht laſſen, und man hat alsdann, wenn die Zeit von n Schwingungen in unendlich kleinen Bogen geſetzt wird $= T$

$$t = \frac{T'}{n + \tfrac{1}{2}\left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{(1+m^2)\,(1-m^{2n})}{1-m^2}}$$

$$T = nt = \frac{T'}{1 + \left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{(1+m^2)\,(1-m^{2n})}{2n\,(1-m^2)}}$$

$$\log.\, T = \log.\, T' - M.\left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{(1+m^2)\,(1-m^{2n})}{2n\,(1-m^2)},$$

wo $M = 0{,}43429\ldots$ der Modulus der Briggiſchen

*) Da m ſehr nahe iſt $= 1$, ſo iſt $1 + m^2$ beinahe $= 2$; ſetzt man 2 ſtatt $1 + m^2$, $1 + m^4$, $1 + m^6$, ſo wird dieſe Formel völlig gleich der in der Abhandlung S. 262 angeführten.

Digitized by Google

Logarithmen und e in Theilen des Radius ausgedrückt ist. Wird e in Graden ausgedrückt, so ist M, (Arc. 15')^2 = 0,0000082682; setzt man 0,82682 = a, so wird

$$\log. T = \log. T' - e^2 a. \frac{(1 + m^2)(1 - m^{2n}}{2n(1 - m^2)},$$

wo die Reduction in Einheiten der 5ten Decimalstelle ausgedrückt ist. Ueber diese Reduction kann man sich nun für verschiedene Werthe von m und n eine Tabelle berechnen, in welcher man nur die Zahlen mit dem Quadrate der Anfangs-Elongation e, in Graden ausgedrückt, zu multipliziren braucht.

Der Exponent m ist nicht allein abhängig von der Stärke der magnetischen Kraft, der Dichtigkeit der Luft und der Form und Masse des Cylinders, sondern muss auch von andern noch unbekannten Ursachen modificirt werden können. Auf der Reise nach Torneå habe ich, besonders bei Beobachtungen in der freien Luft, mit demselben Cylinder und an einem und demselben Orte, aber zu verschiedenen Zeiten, so grosse Unterschiede zwischen den Werthen von m gefunden, dass diese nicht als eine Folge von Beobachtungsfehlern betrachtet oder aus der verschiedenen Dichtigkeit der Luft erklärt werden können. Ich kann diese Variationen auf keine andre Weise, als durch die Annahme erklären, dass der verschiedene elektrische Zustand der Luft eine schwache Elektricität in den den Cylinder umgebenden Glasplatten erregen müsse, welche im Stande wäre, mehr oder weniger die freien Schwingungen des Cylinders zu hemmen. Hängt man in einem Seidenraupengespinste unter einer gläsernen Glocke einen unmagnetischen Körper, z. B. einen Me-

Digitized by Google

tallcylinder horizontal auf und läfst ihn zu Ruhe kommen, ſo wird man durch bloſses Blaſen auf das Aeuſsere der Glocke den Cylinder zum Drehen bringen. Dies läſst ſich wohl auf keine andre Weiſe als aus einer ſchwachen Elektricität erklären, welche durch den gegen die Oberfläche der Glocke ſtoſsenden Luftſtrom erregt wird. Daſſelbe muſs der Fall mit dem magnetiſchen Cylinder ſeyn können. Die Gröſse m und der daran hängende Diviſor $n + \Sigma(R)$ können alſo nicht einmal an einem und demſelben Orte und noch weniger an verſchiedenen Orten, wie ich mir an der angezogenen Stelle erlaubt habe, als eine conſtante Gröſse betrachtet werden. Es iſt folglich am richtigſten, bei jeder Beobachtung die Elongation zu Anfange und z. B. bei der 100ſten und 200ſten Schwingung aufzuzeichnen, oder, was noch leichter iſt, anzuzeichnen, bei welcher Schwingung die Elongation iſt $= 20°$, $10°$, $6°$ u. ſ. w., woraus der wirkliche Werth von m gefunden werden kann, und darauf die *beobachtete Schwingungszeit zu Schwingungen in unendlich kleinen Bogen* nach obiger Formel zu reduciren.

Berechnung der Intenſität. Hierbei hat ſich ein Fehler eingeſchlichen. Die Intenſität in Paris oder F ſteht nämlich (1825, St. 4. S. 421 Z. 2 v. u.) durch einen Schreibfehler angeſetzt $= 1{,}3842$ ſtatt des richtigen Werthes $= 1{,}3482$ (Lin. 16), und mit dieſer unrichtigen Zahl ſind alle meine, wie auch die engliſchen Intenſitäts-Beobachtungen multiplicirt worden, wodurch das Reſultat überall zu groſs wurde. Folgende Tabelle enthält die richtigen Werthe; wobei zu bemerken iſt, daſs an den mit * bezeichneten Orten die Inclination nicht durch Obſervation, ſondern durch

Digitized by Google

Interpolation einer Karte der Inclination gefunden iſt, welche ich aus meinen eigenen Beobachtungen conſtruirt habe.

Beobachtungsort	Inclination.	Intenſität.
Carolath	68° 21′	1,3509
Berlin	68 50	1,3533
Danzig	69 44	1,3737
Altona	69 46*	1,3594
London	69 57	1,3697
Plöen	70 2*	1,3575
Yſtad	70 13	1,3742
Oxford	70 12*	1,3706
Schleswig	70 19*	1,3628
Kopenhagen	70 36	1,3672
Odenſe	70 50	1,3650
Helſingburg	70 52	1,3782
Kolding	70 53	1,3846
Soröe	70 57	1,3842
Friedrichsburg	70 59	1,4028
Aarhuus	71 13	1,3838
Liverpool	71 14*	1,3657
Aalburg	71 37*	1,3780
Odenſala	71 39	1,3666
Friedrichshaven	71 48	1,3842
Gothenburg	71 58	1,3826
Altorp	72 14	1,3891
Korſet	72 24	1,3735
Qviſtrum	72 27	1,4070
Skieberg	72 29	1,3725
Edinburgh	72 34*	1,4005
Elleöen	72 38	1,3840
Helgeroa	72 39	1,3980
Soner	72 41	1,3835
Chriſtiania	72 34	1,4195
Ryenberg	72 45	1,4208
Bogſtad	72 34	1,4378
Bogſtad Berg	73 13	1,4195
Näsödden	73 2	1,4517
Bärum	72 44	1,3902
Bolkeſjöe	73 15	1,4053
Ingolfsland	73 19	1,4159
Nörſteböe	73 33	1,4136
Drammen	73 37	1,3771
Maurſäter	73 44	1,4656
Ullensvang	73 44	1,4260
Gran	73 45	1,4221
Kongsberg	73 47	1,4144
Tomlevold	73 50	1,4246
Bekkervig	73 58	1,4114
Vang	73 59	1,4308
Bergen	74 3	1,4220

Digitized by Google

Beobachtungsort	Inclination.	Intenſität.
Moe	74° 3	1,4234
Mariſtuen	74 4	1,4058
Leirdal	74 6	1,4190
Slidre	74 34	1,4543
Findaas	74 48	1,4503
Braſſa	74 21	1,4471
Davisſtraſse 68°, 22′ N, 36° 10′ W.	83 8½	1,6365
Haſeninſel 70 26 — 37 12 — .	82 49	1,6406
Baffinsbay 75 5 — 42 43 —	84 25	1,6169
Baffinsbay 75 51 — 45 20 —	84 44½	1,6410
Baffinsbay 76 45 — 58 20 —	86 9	1,7052
Baffinsbay 76 8 — 60 41 —	86 0	1,6885
Baffinsbay 70 35 — 49 15 —	84 39	1,6837

Folgende Inclinationen und Intenſitäten ſcheinen alſo in der nördlichen Halbkugel zuſammenzugehören:

Inclination	Intenſität
0°	1,0
24	1,1
45	1,2
64	1,3
73	1,4
76¾	1,5
81½	1,6
86	1,7 *)

Um die Aufmerkſamkeit der Beobachter auf einen wichtigen Punkt hinzulenken, will ich ſchlieſslich folgende Frage aufſtellen: *Iſt die Intenſität an einem und demſelben Orte wie die Abweichung und die Inclination Veränderungen von einer längeren Periode unterworfen, oder iſt ſie conſtant?* Betrachtet man die Sache von der theoretiſchen Seite, ſo wird man ſich geneigt finden, den erſten Theil der Frage

*) Doch iſt die Gröſse der Intenſität, welche zu einer gewiſſen Neigung gehört, unter verſchiedenen Meridianen ſehr verſchieden, wie ich aus Hrn. Capit. Sabines Beobachtungen nachher gefunden habe.

Digitized by Google

bejahend zu beantworten. Der nordamerikaniſche Magnetpol nähert ſich, der nördliche ſibiriſche entfernt ſich von Europa. Man möchte vermuthen, daſs die Intenſität im nordweſtlichen Theile des atlantiſchen Meeres *zunimmt* und im nördlichen Theile von Europa, z. B. im nördlichſten Theile Norwegens und Schwedens, in Petersburg und in der Gegend um das weiſse Meer u. ſ. w. *abnimmt.*

Bezeichnet F die magnetiſche Intenſität, i die Neigung, T die Zeit von n horizontalen Schwingungen eines magnetiſchen Cylinders an einer gewiſſen Stelle der Erdoberfläche, und bezeichnen $F_,$, i und $T_,$ dieſelben Gröſsen an einem andern Orte, aber gleichzeitig mit den obigen oder an derſelben Stelle, doch zu einer andern Zeit, ſo findet man nach (Ann. Jahrg. 1825, St. 4. S. 354)

$$FT^2 . \cos i = F_,T_,^2 . \cos i,$$

d. i. für die ganze Erdoberfläche iſt für einen und denſelben Cylinder $FT^2 \cos i$ eine ſtetige Gröſse, und man kann alſo ſetzen

$$\text{I)} \quad FT^2 \cos i = C$$

wo C gefunden werden kann, wenn an einer einzigen Stelle F, T und i bekannt ſind. Nun iſt i veränderlich, nimmt z. B. in Europa ab, nimmt zu in Kamtſchatka, nimmt ab (ſüdlich) in Südamerika; mithin muſs ſich wenigſtens eine der Gröſsen F und T auch verändern, wenn obiges Produkt unveränderlich ſeyn ſoll. Differenzirt man die obige Gleichung, ſo bekömmt man nach einigen Reductionen

$$\text{II)} \quad o = \frac{dF}{F} + \frac{2dT}{T} - \text{tang } i . di$$

Digitized by Google

Da in Europa *di* negativ ist, also das letzte Glied positiven Werth hat, so muss entweder dF oder dT negativ seyn, wenn die ganze Summe $= o$ seyn soll. Nimmt man in Paris für 1823 an $F = 1{,}3482$, $T' = 753'',03$, $i = 68° 20'$, so wird log. $C = 5{,}45064$ *). In *Christiania* ist $T = 814'',76$ und dT unmerklich oder $= o$; setzt man nun für 1820 $i = 72° 42',6$ und für 1825 $i = 72° 26',4$, so findet man aus Formel I) für 1820, $F = 1{,}4306$ und für 1825, $F = 1{,}4093$. Auf dieselbe Weise bekömmt man aus der Formel II) dadurch, dass man setzt $i = 72° 34'$, $di = -16',2$ (was in Theilen des Radius ausgedrückt werden muss) und $dT = o$, $\frac{dF}{F} = -0{,}0150$. *In Christiania hat sonach die Intensität in den fünf Jahren von 1820 bis 1825 um 0,015 abgenommen, und die jährliche Abnahme ist*

*) Wenn von den vier Grösen F, T, i und C drei bekannt sind, so kann die vierte gefunden werden. Aus obigem Werthe von C findet man z. B. nach Humboldt für den Nullpunkt in Peru (wo $i = o°$, $F = 1$) $T^2 = C$, also $T = 531'',3$, welches mithin die kürzeste Schwingungszeit des Dollondschen Cylinders ist. Auf dieselbe Weise findet man in Mexico $T = 538''$, in Neapel $= 682'',2$, auf Teneriffa $= 692'',2$, auf der Insel Brassa (Shetland) $= 850'',3$, in Baffinsbay (Br. 76° 45' N., L. 58° 20' W., Inclination 86° 9') $= 1570'',1$, welche Schwingungszeit etwa 3 Mal so gros ist wie in Peru, mithin der horizontale Theil der magnetischen Kraft etwa 9 Mal kleiner. In Berlin, wo Humboldt 1805 die Inclination fand $= 69° 53'$, die Intensität $= 1{,}3703$, findet man $T = 773'',87$; allein 1823 fand ich sie aus Ermans und meinen Beobachtungen $= 760'',1$, also hat sie in 18 Jahren abgenommen $13'',77$, d. i. jährlich $0'',76$, welches genau mit der Abnahme in London und Paris übereinstimmt, wie später gezeigt werden wird.

Digitized by Google

$= 0{,}003$ (wenn die Intenſität des Ortes als Einheit angenommen wird); multiplicirt man dies mit $F = 1{,}4$, ſo wird die jährliche Abnahme $= 0{,}0042$, wenn die Intenſität in Peru als Einheit angenommen wird, welches völlig mit dem aus der Formel I) gefundenen Reſultate übereinſtimmt.

In *Paris* fand ich 1819 mit dem Dollondſchen Cylinder $T = 756'',19$; und nach Arago's Beobachtungen i. J. 1823 iſt $T = 755'',05$: ſonach ſcheint in Paris die Zeit T in vier Jahren abgenommen zu haben um $3'',16$, d. i. jährlich $= 0'',79$. In *London* fand ich 1819 $T = 777'',79$, nach Katers Beobacht. i. J. 1823 iſt $T = 775'',34$; mithin ſcheint hier die Zeit in vier Jahren abgenommen zu haben $2'',45$, d. i. jährlich $= 0'',61$. Zwar wurden meine Beobachtungen 1819 nicht auf freiem Felde angeſtellt und können daher einigen Fehlern unterworfen ſeyn; allein das Inſtrument wurde an beiden Orten auf einem Tiſche mitten auf der Diele in einer ziemlich groſsen Stube geſtellt, und da ſich an beiden Stellen keine eiſernen Oefen noch anderes Eiſen ſichtlich befand, ſo verdienen dieſe Beobachtungen immer einige Aufmerkſamkeit, und zwar um ſo mehr, da beide darin übereinſtimmen, die Zeit von 300 Schwingungen etwa 3 Sekunden kürzer zu geben als die Beobachtungen von 1823. In Paris fanden Humboldt und Borda 1798 die Neigung $= 69° 51'$, 1817 Arago $= 68° 38'$, welches eine jährliche Veränderung giebt $= -3',84$; in London fand Cavendish 1775 die Neigung $72° 31'$, 1821 Sabine $= 70° 3'$, welches die jährliche Veränderung $= 3',22$ giebt. Setzt man nun für das Jahr 1821 in Paris $i = 68° 25'$, $di = -3',84$, $T = 754'',61$,

Digitized by Google

$dT = -0'',79$; in London $i = 70° 3'$, $di = -3',22$, $T = 776'',56$, $dT = -0'',61$, so findet man $\frac{dF}{F}$

in Paris $= -0,002819 + 0,002094 = -0,000725$
in London $= -0,002580 + 0,001571 = -0,001009$

Multiplicirt man diese Gröfsen mit der Intensität in Paris $= 1,3482$ und in London $= 1,3697$, so bekömmt man die jährliche Veränderung in Einheiten der Intensität in Peru für Paris $= 0,00098$ und für London $= -0,00138$, welches nur etwa ein Viertel der jährlichen Veränderung in Christiania ist.

In *Berlin* fand Humboldt 1805 die Intensität $= 1,3703$; aus Professor Erman's und meinen Beobachtungen fand ich sie (unter der Voraussetzung, dafs die Intensität in Paris dieselbe 1823 wie 1805 sey, nämlich $= 1,3482$) 1823 $= 1,3533$. Da aber in Paris die jährliche Veränderung $\frac{dF}{F}$ ist $= -0,000725$, so wird sie in 18 Jahren $= -0,01305$; also wird in Berlin die Intensität 1823 gefunden $= 1,3533\ (1 - 0,01305) = 1,3356$. Sie hat also in 18 Jahren abgenommen $1,3703 - 1,3356 = 0,0347$, d. i. jährlich $0,0019$, welche Abnahme etwas gröfser ist als die Abnahme in London und Paris, aber geringer als die jährliche Veränderung in Christiania.

Wiewohl diese Resultate, was die Quantität anlangt, keinen sonderlichen Grad der Zuverlässigkeit haben können, so scheint doch so viel unzweifelbar daraus hervorzugehen, *dafs die Intensität in Europa gegenwärtig abnimmt, und zwar stärker an den nördlichen Orten, welche den magnetischen Polen näher liegen, als an den südlicheren.*

Digitized by Google

Aus dem Obigen folgt, dafs Humboldt's Intenſitätsreihe von Paris nach Peru blos für 1799, ſeine zweite Reihe von Paris durch Deutſchland, die Schweiz und Italien blos für 1805, und meine blos für die Jahre zwiſchen 1820 und 1823 gilt. Keine derſelben kann im ſtrengſten Sinne mit einander verglichen werden, da ſie ſämmtlich auf einer veränderlichen Grundeinheit, nämlich der Intenſität in Paris, gebaut ſind, welche deſſenungeachtet in dieſem ganzen Zwiſchenraume unveränderlich = 1,3482 geſetzt iſt. Da es gleichwohl von Wichtigkeit iſt, eine unveränderliche Einheit zum Grunde zu legen, um Reſultate zu erhalten, welche zu allen Zeiten mit einander verglichen werden können, ſo kann dieſe auf folgende Art gefunden werden. 1) Es iſt gleichgültig, welche Gröſse der Intenſität man zum Maafsſtabe oder zur Einheit nimmt; man kann ſonach die Intenſität in Paris für *ein gewiſſes Jahr* wählen, z. B. dieſe Intenſität für das Jahr 1823 ſetzen = F = 1,3482; im April 1823 machte mein Dollondſcher Cylinder allda 300 Schwingungen in der Zeit T = 753″,03; ſetzt man die Neigung eben daſelbſt und zur nämlichen Zeit = i, ſo findet man nach dem Obigen

$$\text{I)}\quad C = FT^2 . \cos i$$

welche conſtante Gröſse C allein für dieſen Cylinder gilt. Findet man nun nach Verlauf von n Jahren mit demſelben Cylinder in Paris die Zeit von 300 Schwingungen = T_1 und die Neigung = i_1, ſo wird für das Jahr 1823 + n die Intenſität in Paris, ausgedrückt in Theilen von derſelben unveränderlichen Gröſse

$$\text{II)}\quad F_1 = \frac{C}{T_1^2 . \cos i_1}$$

Digitized by Google

und die jährliche Veränderung der Intenſität ebendaſelbſt $= \frac{F - F_{,}}{n}$. 2) Bezeichnen $F_{,}$, T, und i, die Intenſität, die Zeit von 300 Schwingungen mit dem Dollondſchen Cylinder und die Neigung im Jahre $1823 + n$ an einer andern Stelle der Erdoberfläche, ſo findet man aus der Formel II) ebenfalls die Intenſität $F_{,}$ an dieſer Stelle für $1823 + n$ ausgedrückt in Theilen derſelben unveränderlichen Pariſer Intenſität für 1823. 3) Wollte man dagegen im Jahre $1823 + n$ eine neue Reihe von Beobachtungen *mit einem andern Cylinder* anfangen, ſo müſste man aus der bekannten jährlichen Veränderung in Paris die Intenſität für dieſes Jahr beſtimmen; und aus der gleichzeitig in Paris beobachteten Neigung und Zeit von 300 Schwingungen mit dem neuen Cylinder fände man dann aus der Formel I) den Werth von C, welcher ſonach beſtändig für dieſen Cylinder gölte (vorausgeſetzt, ſeine magnetiſche Intenſität ſey conſtant). 4) Daſs man auf die nämliche Weiſe von jedem der übrigen Punkte ausgehen könnte, wo ich Beobachtungen zwiſchen 1820 und 1825 angeſtellt habe, iſt einleuchtend. 5) Nimmt man an, daſs die Intenſität in Paris 1823 war $= F = 1{,}3482$, $1799 = F(1+p)$ und $1805 = F(1+p')$, ſo müſſen alle Gröſsen in Humboldt's erſter Intenſitätsreihe mit $1+p$ und in der zweiten mit $1+p'$ multiplicirt werden, um auf dieſelbe unveränderliche Einheit reducirt zu werden.

Um dieſe Sache genauer zu unterſuchen, ſetze ich fernerhin meine Beobachtungen hier in Chriſtiania mit dem Dollondſchen Cylinder fort, und er ſoll nach meinem Tode in dem phyſikaliſchen Kabinette ver-

Digitized by Google

wahrt gefunden werden, damit Nachlebende die Unterſuchung fortſetzen können. Wenn es mir gelungen ſeyn wird, mehrere ſolche unveränderliche magnetiſche Cylinder zu erhalten, deren Verhältniſs zum Dollondſchen hinlänglich genau beſtimmt worden, werde ich einen nach London, einen nach Paris und einen nach Berlin ſenden, um eine ſichrere Beſtimmung der Veränderungen der Intenſität an dieſen Orten zu erhalten. Da ſich die Intenſität in Peru wahrſcheinlich gleichfalls verändert, ſo wäre es ſehr zu wünſchen, daſs man mittelſt der oben beſchriebenen genaueren Methoden von Neuem die Pariſer Intenſität mit der Intenſität ſowohl dort als an andern Punkten in der Nähe des magnetiſchen Aequators, wie auch an der Küſte von Guinea, in Oſtindien und auf verſchiedenen Inſeln des Südmeeres vergliche. Wenn aber die wiſſenſchaftlichen Inſtitute in London und Paris ſich dieſer Unterſuchungen nicht annehmen, und ihre Regierungen vermögen, ſie zu unterſtützen, werden dieſe Wünſche immer pia desideria bleiben.

Die Zeit von 300 Schwingungen meines Dollondſchen Cylinders hier in Chriſtiania fand ich im Mittel aus zwei täglichen Beobachtungen, wovon die eine zur Zeit des täglichen Minimums (der Intenſität) am Vormittage und die andere zur Zeit des Maximums am Nachmittage gemacht wurden, wie folgt:

Digitized by Google

		Max. d. Jahrs	Min. d. Jahrs	Mittel von Max. und Min.	Diff. zwischen Max. und Min.
A	1819 Dec.	825″,27		828″,11	5″,69
	1820 – . . .		Juni – Juli 830″,96	829,09	3,75
	1821 Jan.	827,21		829,07	3,72
B	1821 –		Juni 830,93	829,44	2,98
	1822 Jan.	827,95		. . .	. . .
	1822 –		Juni keine Beob.	. . .	. . .
	1823 Jan.	825,36		827,63	4,54
	1823 –		Juni 829,90	828,51	2,77
	1824 Jan.	827,13		828,18	2,11
C	1824 –		Juni 829,24	. . .	. . .
	1825 Jan.	nicht beob.		. . .	. . .
	1825 –		Juni 829,98*	829,16	1,64
	1826 Jan.	828,34			

*) Die Beobachtungen sind in drei verschiedenen Stuben *A*, *B* *C* meines Hauses gemacht, aber alle sehr sorgfältig auf die Stube *C* reducirt. Die Schwingungszeit im Juni 1825 beruht blos auf zwei einzelnen Beobachtungen Juni 13 um 8½ Nachm. und Juni 15 um 8½ Vorm. Die übrigen sind Mittel des ganzen Monats. Aus diesen Beobachtungen ist sichtlich: 1) dass die *Intensität zur Zeit des Maximums im Winter gröfseren Irregularitäten unterworfen ist* (wie das Barometer) *als zur Zeit des Minimums* im Sommer. 2) Dass die *Differenzen* zwischen Max. und Minim. *veränderlich sind*; sie scheinen seit 1819 ziemlich regelmäfsig abgenommen zu haben. 3) Dass es noch ungewiss ist, ob der horizontale Theil der Intensität hier in Christiania seit 1819 ab- oder zugenommen hat. Dass aber an *südlicheren Orten*, wie Berlin, Paris, und besonders Teneriffa, die *Zeit der horizontalen Schwingungen* zugleich mit der Neigung *abnimmt*, davon bin ich durch Vergleichung älterer und neuerer Beobachtungen jetzt ganz überzeugt.

Digitized by Google

IV.

Beitrag zur näheren Kenntniſs des Molybdän's;

von

J. J. Berzelius *).

Die ausführlichſte Arbeit über das Molybdän, nach der älteren Unterſuchung von Scheele und Hjelm, iſt: Bucholz's *Beitrag zur näheren Kenntniſs des Molybdäns und ſeiner Verhältniſſe zu anderen Körpern* **). Bucholz lehrte uns daſelbſt zwei zu ſeiner Zeit unbekannte Verbindungen des Molybdäns kennen, nämlich das purpurfarbene und das blaue Oxyd, und unter Beſchreibung einer Menge von Erſcheinungen, welche ſich in ſeinen Verſuchen zeigten und er nicht weiter zu erklären ſuchte, nahm er beim Molybdän nicht weniger als ſechs beſondere Oxydationsſtufen an ***).

1. Das erſte Oxyd ſollte grau ſeyn und bei einer ſchnellen Erhitzung des Metalles an der Luft gebildet werden.

2. Das zweite wird erhalten, ſowohl bei Erhitzung des Molybdäns an der Luft bis zum gelinden Glühen, als auch bei Zerſetzung des molybdänſauren Ammoniaks durch trockne Deſtillation.

*) Aus den Kongl. Vetensk. Ac. Handl. 1825. St. 1.

**) Neues allgemeines Journal der Chemie, herausgegeben von Gehlen. Bd. IV. S. 598. Berlin 1805.

***) a. a. O. S. 634.

Digitized by Google

3. Das dritte ist dunkelblau, lösbar im Wasser und erhielt von Bucholz späterhin den Namen: molybdänige Säure.

4. Das vierte ist grün und wird gebildet, wenn man die Auflösung des blauen Oxydes der Luft aussetzt.

5. Das fünfte ist gelb und schlägt sich nieder, wenn molybdänige Säure, vermischt mit Alkali, in Berührung mit der Luft erhitzt wird.

6. Das sechste ist die längst bekannte Molybdänsäure.

Von diesen Oxyden haben die Chemiker, nach Bucholz, einige angenommen und andere verworfen, ohne dafs man einen recht entscheidenden Grund hatte, eins von ihnen auszuschliefsen. Diejenigen, welche sich durch ein aufmerksames Studium der gehaltreichen Arbeit von Bucholz hierin Licht verschaffen wollten, standen in einem Chaos von farblosen, blauen, grünen, gelben, und braunen Verbindungen, deren gegenseitiges Verhalten Bucholz nicht ausmittelte. Seine Versuche beantworten nicht einmal die sehr natürliche Frage: ob eins von den Molybdänoxyden eine Salzbase sey oder nicht?

Die interessanten Versuche des Dr. Wöhler über das *Wolfram*, welche der K. Akademie vor Kurzem mitgetheilt sind (Sieh. d. Ann. LXXVIII. 345.), veranlafsten mich, eine ähnliche Arbeit über das Molybdän vorzunehmen, wobei ich besonders zur Absicht hatte, die eigentliche Anzahl seiner Oxydationsstufen auszumachen.

Reduction des Molybdäns. Das Molybdän wird sehr leicht im Kohlentiegel oder auf dem Gestiebherd reducirt, wenn man geschmolzene Molybdänsäure hin-

Digitized by Google

eingiefst, oder selbst geschmolzenes saures molybdänsaures Kali, und alsdann den Tiegel mit dem Blasbalg in einer Esse erhitzt. Das Molybdän wird dann silberweifs erhalten, ähnlich dem weifsgekochten Silber, doch etwas glänzender, besonders auf den Stellen, welche mit Kohle in Berührung waren. Innerlich ist es grau. Es ist äufserst schwer schmelzbar.

Das Molybdän wird sehr leicht reducirt, wenn man die Säure oder das braune Oxyd in ein Porcellanrohr legt, und dieses bis zum Weifsglühen erhitzt, während ein Strom von Wasserstoffgas hindurchgeleitet wird. So erhält man das Molybdän als eine graue, pulverförmige Masse, und auf diese Art kann man zum chemischen Gebrauch dieses Metall am Besten in einiger Menge reduciren.

Das Molybdän theilt mit dem Chrom die Eigenschaft, dafs es in seinen niedrigen Oxydationsstufen Salze giebt mit den Säuren. Es hat zwei Oxyde, welche nur Salzbasen sind, und die Molybdänsäure ist, ungeachtet ihres bestimmten Säure-Charakters, dennoch Salzbasis gegen stärkere Säuren. Die Molybdänoxyde, ein Mal bis zum Glühen erhitzt, haben ihr Vermögen sich mit Säuren zu vereinigen verloren, und dieser Umstand scheint die Ursache gewesen zu seyn, dafs ihre Salze meinen Vorgängern gänzlich entgangen sind.

Behandelt man metallisches Molybdän oder Schwefelmolybdän mit Schwefelsäure, so entwickelt sich schwefligsaures Gas, und man erhält eine blaugrüne Auflösung, welche bald tief blau wird. Bei Ueberschufs von Molybdänmetall wird sie braun. Salzsäure und Flufssäure greifen metallisches Molybdän

Digitized by Google

nicht an. Salpeterſäure giebt, wenn Molybdän im Ueberſchuſs iſt, eine *rothe*, aber wenn die Säure vorwaltet, eine farbloſe Auflöſung, aus welcher bald hernach Molybdänſäure abgeſetzt wird. Der letztere Zuſtand der Löſung, wenn die Salpeterſäure im Ueberſchuſs iſt, hat ganz die Unterſuchung über die Beſchaffenheit der rothen Auflöſung verhindert.

Alkali wirkt wenig auf metalliſches Molybdän. Beim Kochen mit Kalihydrat entſteht zwiſchen ihnen keine Einwirkung, und beim Schmelzen in der Rothglühhitze geſchieht ſie ſehr langſam, ſo daſs nach langem Glühen das Meiſte von dem Metall bei Auflöſung der alkaliſchen Löſung in Waſſer wieder erhalten wird.

Molybdänoxyd und deſſen Salze.

a. Molybdänoxyd auf trocknem Wege. Bucholz erhielt dieſes, als er molybdänſaures Ammoniak in einem gegen den Zutritt der Luft verſchloſſenen Gefäſse glühte; er nahm aber das für reines Oxyd, was eigentlich eine Verbindung von dieſem mit Molybdänſäure war, wie man dieſs leicht daraus findet, daſs ſein Oxyd bei Reduction zu Metall 28 pr. Ct. am Gewicht verlor, da es doch nicht mehr als 25,1 pr. Ct. verlieren muſste. Die Urſache hiezu liegt darin, daſs ein Theil des Salzes ſein Alkali verliert, ohne daſs die Säure zerſetzt wird. Die Farbe des auf dieſe Art erhaltenen Oxyds fällt viel heller aus, als ſie an und für ſich iſt, und wenn das Oxyd mit Alkali oder Fluſsſpathſäure übergoſſen wird, welche die Säure in einem Augenblick auflöſen, ſo ändert ſich die Farbe augenblicklich und ähnelt alsdann dem mit Waſſerſtoffgas redu-

Digitized by Google

cirten pulverförmigen Metalle. Dieſs verleitete mich anfänglich zu dem Irrthum, daſs das Oxyd von der Fluſsſpathſäure wieder zum Metall reducirt werde, während die Molybdänſäure ſich in der Fluſsſpathſäure auflöſte *).

Um dieſes Oxyd mit dem geringſten Verluſte darzuſtellen, habe ich mich der von Wöhler zur Bereitung des Wolframoxyds gegebenen Methode bedient. Man röſtet das Schwefelmolybdän, löſt die geröſtete Maſſe in kohlenſaurem Natron auf, verdunſtet die Löſung, filtrirt ſie von dem, was während derſelben gefällt wird, ab, trocknet ſie ein und glüht das Salz, welches dabei farblos wird. Es hinterläſst bei Wiederauflöſung in Waſſer die fremden Stoffe, die es enthielt, wird wieder zur Trockne verdunſtet, zu Pulver zerrieben, mit der Hälfte ſeines Gewichtes an ganz fein gepülvertem Salmiak vermiſcht und in einem wohlbedeckten Tiegel bis zum Glühen erhitzt. Wenn ſich keine Salmiakdämpfe mehr zeigen, wird der Tiegel abgekühlt. Das neugebildete Kochſalz wird mit Waſſer ausgezogen und das Oxyd hierauf mit verdünntem Kalihydrat digerirt, welches die eingemiſchte Molybdänſäure auflöſt. Das erhaltene Oxyd iſt faſt ganz ſchwarz; nach dem Trocknen iſt es dunkelbraun und im Sonnenlicht purpurbraun.

100 Theile von dieſem Oxyd, ſehr ſcharf getrocknet, wurden mit Salpeterſäure zu Molybdänſäure verwandelt und gaben 112,55 Thl. geglühte Molybdänſäure. Da die Molybdänſäure 33,4 pr. Ct. ihres Gewichtes an Sauerſtoff enthält, ſo iſt es klar, daſs der

*) Kgl. Vet. Acad. Handl. 1824. p. 325. dieſ. Ann. LXXX. 154.

Sauerſtoff in dieſem Oxyd ſich zu dem in der Säure verhält, wie = 2 : 3.

Das auf dieſe Art erhaltene Oxyd iſt unauflöslich in Säuren. Schwefelſäure nimmt bei ſcharfer Digeſtion eine geringe Spur davon auf; wenn aber daſſelbe Oxyd mit neuer Säure digerirt wird, ſo nimmt ſie nichts auf; Salzſäure oder Fluſsſäure löſen ſie nicht auf. Glüht man es in trocknem ſalzſauren Gas, ſo bleibt es gänzlich unverändert. Saures weinſaures Kali löſt beim Kochen etwas davon auf, aber auch dieſes iſt wenig, und dieſelbe Portion Oxyd giebt hernach nichts ab an eine neue Portion Cremor Tartari, womit es gekocht wird. Mit ſaurem phosphorſauren Kali oder Natron, in einem gegen den Zutritt der Luft verſchloſſenen Gefäſse geſchmolzen, wird es langſam aufgelöſt und das Waſſer zieht aus dem Geſchmolzenen eine gelbe Löſung, welche durch Alkali mit rother Farbe gefällt wird.

b. Molybdänoxydhydrat. Man kann dieſes Oxyd auf mehrere Arten auf naſſem Wege erhalten.

α) Wenn verdünnte Salpeterſäure mit mehr Molybdänmetall digerirt wird, als ſie auflöſen kann, ſo erhält man eine rothbraune Auflöſung, aus der kauſtiſches Ammoniak Molybdänoxydhydrat niederſchlägt.

β) Wenn Schwefelſäure oder Salzſäure mit Molybdänmetall digerirt wird, während man dann und wann etwas Salpeterſäure hinzuſetzt, bis die Säure geſättigt iſt, und die Flüſſigkeit eine rothbraune Farbe erhalten hat.

γ) Wenn Molybdänſäure und Molybdänpulver zuſammen in Salzſäure digerirt werden, bis daſs alle

Digitized by Google

Molybdänsäure aufgelöst und die Farbe der Flüssigkeit vom Blau ins Rothe übergegangen ist.

δ) Wenn man in Ermangelung von metallischem Molybdän, einer Mischung von Salzsäure und Molybdänsäure, metallisches Kupfer hinzusetzt und die Mischung so lange digerirt, bis die Molybdänsäure verschwunden und die Flüssigkeit roth gefärbt ist. — In allen diesen Fällen schlägt Ammoniak das Molybdänoxydhydrat mit einer Rostfarbe nieder, die vollkommen der von Eisenoxyd gleicht. Im letzteren Fall muss Ammoniak in einem so grosen Ueberschuss hinzugesetzt werden, dass es das Kupferoxyd auflöst.

ε) Die Art, deren ich mich am häufigsten bediente um dieses Hydrat zu erzeugen, war: dass ich Chlormolybdän, dessen Beschreibung weiterhin folgt, in Wasser auflöste und aus diesem das Hydrat mit Ammoniak fällte.

Welche von diesen Methoden man auch anwendet, so bemerkt man doch, dass der Niederschlag, den die zuerst hinzugesetzten Ammoniaktropfen hervorbringen, sich von Neuem wieder auflöst, ganz als wenn die Flüssigkeit einen Ueberschuss von Säure enthielt, und es muss viel Ammoniak hinzugesetzt werden, ehe der Niederschlag beständig wird. Diese Erscheinung beruht auf zwei gemeinschaftlich wirkenden Ursachen, wovon die eine die ist, dass das Oxyd, besonders mit Salzsäure, ein in Wasser lösliches basisches Salz giebt, und die andere, dass das Oxydhydrat im reinen Wasser löslich ist, daraus aber durch eine gewisse Portion darin eingemischten Salzes gefällt wird. Wenn so z. B. die Flüssigkeit sehr verdünnt ist, giebt Ammoniak keinen Niederschlag eher, als bis man eine starke

Digitized by Google

Auflöſung von Salmiak hinzumiſcht, worauf das Oxydhydrat gefällt wird. Aus dieſem Grunde geſchieht es, daſs das Hydrat beim Auswaſchen auf dem Filtrum, nachdem die Salze weggenommen ſind, anfängt, ſich im Waſchwaſſer zu löſen, und dieſs zunehmend fortdauert, bis daſs nichts mehr auf dem Filtrum iſt. Das durchgehende gelbe Waſſer wird wiederum gefällt, wenn es in der ſalzhaltigen Flüſſigkeit, die zuerſt abfiltrirt wurde, aufgefangen wird.

Wenn man das Hydrat, nachdem es anfing vom Waſſer gelöſt zu werden, auf Flieſspapier legt, das die übriggebliebene ſalzhaltige Flüſſigkeit einſaugt, ſo wird es dunkel und erhält eine glänzende Oberfläche, gleich einem Pflanzenextract, welches zu zerflieſsen anfängt, und das Papier färbt ſich rund umher grün oder blau. Durch dieſe Einwirkung der Luft wird die Neigung des Hydrates ſich in Waſſer zu löſen bedeutend vermehrt. Wenn es nach einiger Zeit mit Waſſer übergoſſen wird, ſo färbt ſich dieſes grün, dadurch, daſs es eine Portion neu gebildeten blauen Oxydes auszieht. Wird dieſes abgegoſſen, die grünblaue Flüſſigkeit abgeſpült und hierauf neues Waſſer aufgegoſſen, ſo iſt das blaue Oxyd weggewaſchen und man erhält eine roſtrothe Auflöſung. Das Hydrat iſt nicht leichtlöslich in Waſſer und erfordert viel Waſſer um ganz und gar gelöſt zu werden. Dieſe Auflöſung röthet das Lackmuspapier und hat einen ſchwach zuſammenziehenden und hernach etwas metalliſchen Geſchmack. Vermiſcht mit Salmiakauflöſung trübt ſie ſich, das Hydrat wird vollkommen ausgefällt, die Flüſſigkeit wird farblos, und hat die Eigenſchaft, das Lackmuspapier zu röthen, verloren;

Digitized by Google

dagegen hat das gefällte Hydrat dieſe Eigenſchaft behalten. Bewahrt man eine geſättigte Löſung des Hydrates in einem vor dem Zutritt der Luft verſchloſſenem Gefäſse auf, ſo geſteht es nach ein Paar Wochen, und wird in eine Gallerte verwandelt, und die Auflöſung hat etwas von ihrer Durchſichtigkeit verloren. Ueberläſst man die Auflöſung auf einem Uhrglaſe der freiwilligen Verdunſtung, ſo gelatinirt ſie erſt und trocknet alsdann zu einem dunkelbraunen Pulver ein, welches am Rande der Flüſſigkeit ins Blaue fällt. Nach völliger Eintrocknung zieht Waſſer das blaue Oxyd aus, aber das rothe Hydrat hat ſeine Löslichkeit verloren. Wird die Auflöſung in der Wärme abgedunſtet, ſo verändert ſie ihre Farbe, wird grün und am Ende blau.

Wenn das mit Ammoniak gefällte Hydrat zuerſt mit Salmiakwaſſer und ſodann mit Weingeiſt, der den Salmiak wegnimmt, gewaſchen wird, ſo löſt ſich wohl etwas im Weingeiſt auf, aber weniger als im Waſſer; es kann hierauf ausgedrückt und im Vacuo getrocknet werden, um die Bildung von blauem Oxyd zu vermeiden. Wird das trockne Hydrat im luftleeren Raum erhitzt, ſo giebt es braunes Oxyd.

Uebergieſst man das noch naſſe Hydrat mit kohlenſaurem Kali oder Natron, ſo wird eine geringe Menge darin gelöſt und die Flüſſigkeit wird gelb. Fällt man dagegen ein Oxydſalz mit kohlenſaurem Kali oder Natron, welches man in Ueberſchuſs hinzuſetzt, ſo wird das gefällte Hydrat vollkommen wieder aufgelöſt.

Da das Molybdänoxyd ſich nicht mit Kohlenſäure verbindet, ſo bildet ſich dabei eine Por-

Digitized by Google

tion von Bicarbonat, welches das Hydrat in gröſserer Menge auflöſt als das gewöhnliche Carbonat. Wenn eine Löſung im Bicarbonat bis zum Kochen erhitzt wird, ſo ſchlägt ſich bei Zerſetzung des Bicarbonates ein beträchtlicher Theil von dem Aufgelöſten nieder, aber das, was alsdann vom Carbonat aufgelöſt bleibt, wird nicht mehr durchs Kochen gefällt. Läſst man die Auflöſung einige Tage an der offenen Luft, ſo verliert ſie allmälig ihre Farbe und verwandelt ſich in ein molybdänſaures Salz. Kohlenſaures Ammoniak löſt das Molybdänoxydhydrat in gröſserer Menge auf als die feuerbeſtändigen kohlenſauren Alkalien; aber die Auflöſung wird beim Kochen vollkommen ausgefällt. Das ſo gefällte Oxyd iſt heller von Farbe und dichter und ſchwerer als das, was mit kauſtiſchem Ammoniak gefällt wird, hat aber dieſelbe Lösbarkeit in Waſſer, wie jenes. Von kauſtiſchen Alkalien wird das Molybdänoxyd nicht aufgelöſt, obgleich es oft eine Weile dauert, ehe etwas gefällt wird, wenn ſie zu den verdünnten Löſungen hinzugeſetzt werden.

Molybdänoxydſalze. Dieſe ſind bei einem Gehalt von Kryſtallwaſſer roth, und wenn ſie ſich im waſſerfreien Zuſtand befinden, faſt ſchwarz. Ihre Auflöſungen haben einen zuſammenziehenden, etwas ſäuerlichen und hernach metalliſchen Geſchmack. Von Galläpfelinfuſion nehmen ihre Auflöſungen eine tief brandgelbe, ins Braune fallende Farbe an, und es wird ein geringer graubrauner Niederſchlag gebildet. Von Cyaneiſenkalium werden ſie mit dunkelbrauner Farbe gefällt und der Niederſchlag löſt ſich nicht in einem Ueberſchuſs des Fällungsmittels auf. Durch hineingeſtecktes Zink werden ſie ſchwarz, und zuletzt fällt

Digitized by Google

ein zinkhaltiges Molybdänoxydul von schwarzer Farbe aus ihnen nieder. Unlösliche Molybdänoxydsalze, in eine alkalische Flüssigkeit gebracht, verschwinden schnell, weil das Oxyd zu Säure verwandelt und aufgelöst wird. Sie lösen sich nicht auf, wenn die Alkalien nicht gegenwärtig sind.

Schwefelsaures Molybdänoxyd wird sowohl erhalten, wenn man das Hydrat in Schwefelsäure auflöst, als auch, wenn man salzsaures Molybdänoxyd oder Chlormolybdän durch Schwefelsäure zersetzt. Diese Auflösung ist roth, aber das eingetrocknete Salz ist schwarz. Bei einer zu hohen Temperatur wird es während des Verdunstens leicht blau, eine Veränderung, die zu erleiden die Molybdänoxydsalze eine grosse Neigung haben.

Salpetersaures Molybdänoxyd wird erhalten, sowohl wenn man die Säure mit dem Hydrat des Oxydes sättigt, als auch, wenn man Molybdän mit verdünnter Salpetersäure digerirt. Es kann bis zu einem gewissen Grade der Concentration abgedunstet, aber auf diese Weise nicht in fester Gestalt erhalten werden, weil es erstlich anfängt sich zu bläuen, während es eintrocknet farblos wird, Salpetergas entwickelt und Molybdänsäure zurückläst.

Salzsaures Molybdänoxyd, richtiger *Molybdänchlorid**) erhält man in aufgelöster Form auf mehrere der von

*) Um die Chlorverbindung, welche dem Oxydulsalze eines Metalles entspricht, von der dem Oxydsalze entsprechenden zu unterscheiden, nenne ich die erstere *Chlorür* und die letztere *Chlorid*. Finden sich noch mehrere Verbindungen mit Chlor, so nenne ich die höheren *Superchlorür*, *Superchlorid*, und die

Digitized by Google

mir bei Bereitung des Hydrates angegebenen Weiſen. In feſter und waſſerfreier Geſtalt wird es erhalten, wenn man Molybdänpulver in Chlorgas, das frei von eingemengter atmoſphäriſcher Luft iſt, gelind erhitzt. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft wirken ſie nicht auf einander. Wenn aber das Metall erhitzt wird, ſo entzündet es ſich für einen Augenblick an der Oberfläche, aber dieſs hört bald auf und das Chlorgas verwandelt ſich alsdann ohne Feuererſcheinung in ein dunkelrothes Gas von einer ſo tiefen Farbe, daſs es in einem Gefäſse von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeſſer ganz undurchſichtig iſt. Auf den kälteren Stellen des Apparates ſchieſsen dunkelgraue oder ſchwarze metalliſch-glänzende Kryſtalle an, die ganz dem Jod ähnlich ſehen. Sie ſind ſehr leicht ſchmelzbar und ſublimiren ſich bei einer geringen Hitze. Die geſchmolzene Maſſe wird kryſtalliniſch, wo ſie erſtarrt. An der Luft raucht ſie im erſten Augenblick und fängt alsdann an zu zerflieſsen. Die Flüſſigkeit iſt zuerſt ſchwarz, wird dann blaugrün, und im Verhältniſs als mehr Waſſer hinzukommt, grüngelb, tief dunkelroth, roſtfarben und endlich gelb. Wird das feſte Molybdänchlorid in einem Gefäſse aufbewahrt, das atmoſphäriſche Luft enthält, ſo abſorbirt es aus dieſer allmälig Sauerſtoff, und ein weiſses Sublimat ſetzt ſich nahe über dem Chloride ab. Dieſes Sublimat iſt ſo zuſammengeſetzt, daſs das Waſſer es in Salzſäure und Molybdänſäure verwandelt (Molybdänſuperchlorid). Eine entſprechende Quantität von Molybdänſäure

niederen *Subchlorür*, *Subchlorid* ganz übereinſtimmend mit der Nomenclatur für die Oxyde.

Digitized by Google

bleibt in Verbindung mit dem Chlorid. Wird das Molybdänchlorid in Waſſer geſchüttet, ſo löſt es ſich darin mit ſolcher Heftigkeit auf, daſs die Flüſſigkeit brauſt und kocht in Berührung mit Waſſer, gleich als geſchähe dabei eine Gasentwicklung, welche gleichwohl nicht Statt findet. Eine geringe Menge des Chlorids mit vielem Waſſer übergoſſen, giebt eine Löſung, welche, durch oxydirende Einwirkung der Luft, bald grün oder blau wird. Eine weniger verdünnte Auflöſung erhält ſich ganz wohl und kann bei gelinder Wärme zur Trockne verdunſtet werden, worauf das Chlorid endlich mit ſchwarzer Farbe zurückbleibt.

Baſiſch ſalzſaures Molybdänoxyd, richtiger: *Verbindung des Molybdänchorids mit Oxydhydrat*, wird erhalten, wenn man das Hydrat in einer Löſung des Chlorides auflöſt, ſo lange ſie noch etwas aufnimmt. Sie giebt nach freiwilligem Verdunſten eine dunkle, nicht kryſtalliniſche Maſſe, welche leicht blau wird. Dieſe wird nach dem Eintrocknen leicht in Waſſer wieder aufgelöſt.

Ich habe nicht gefunden, daſs das Chlorid deutliche Doppelſalze mit Chlornatrium oder Chlorkalium gebe, aber mit Chlorammonium (Salmiak) giebt es ein Doppelſalz, welches beim freiwilligen Verdunſten in kleinen braunen Kryſtallen anſchieſst, die ſich an der Luft nicht verändern. Wenn Molybdänchlorid mit kauſtiſchem Ammoniak vermiſcht wird, bis daſs der Niederſchlag bleibend zu werden anfängt, aber nicht länger, und man die Löſung alsdann einem freiwilligen Verdunſten überläſst, ſo er-

Digitized by Google

hält man eine ſchwarze kryſtalliniſche Maſſe, welche ein baſiſches Doppelſalz iſt und ſich mit rother Farbe wieder in Waſſer auflöſt.

Molybdänjodid wird erhalten, wenn Hydriodſäure mit Oxydhydrat geſättigt wird. Die Auflöſung iſt roth und giebt nach Verdunſtung an der Luft ein kryſtalliſirtes Salz, welches beim Hindurchſehen roth, bei Reflexion aber braun iſt. Bei einer erhöhten Temperatur wird es zerſetzt, es wird Hydriodſäure gebildet und an der Luft zerſetzt, und es bleibt Oxyd zurück. Nach freiwilligem Verdunſten iſt es wieder löslich in Waſſer.

Fluſsſpathſaures Molybdänoxyd (bei einer anderen theoretiſchen Anſicht Molybdänfluorid) wird erhalten, wenn Fluſsſpathſäure mit dem Oxydhydrat geſättigt wird. Die Flüſſigkeit iſt roth und bei groſsem Ueberſchuſs von Säure faſt farblos. Sie wird beim Verdunſten leicht blau, wenn ſie nicht einen Ueberſchuſs von Säure enthält. Das trockne Salz iſt ſchwarz und kryſtalliniſch. Es löſt ſich vollkommen und mit rother Farbe wieder in Waſſer auf. War die Hitze beim Verdunſten zu ſtark, ſo geht leicht ein Theil der Säure fort und dann bleibt eine entſprechende Portion vom waſſerfreien Oxyd zurück, wenn das Salz in Waſſer aufgelöſt wird.

Fluſsſpathſaures Molybdänoxyd-Kali wird erhalten, wenn man eine Löſung des vorhergehenden Salzes mit fluſsſpathſaurem Kali verſetzt. Das Doppelſalz fällt dabei in Geſtalt eines roſtgelben Pulvers nieder. Dieſs iſt nicht ganz unlöslich in Waſſer.

Digitized by Google

Die *Doppelſalze* mit *Natron* und *Ammoniak* ſind auflöslicher in Waſſer und bilden nach Verdunſtung roſtgelbe Salzmaſſen.

Fluſsſpathſaures Kieſel-Molybdänoxyd iſt bei Ueberſchuſs von Säure in Waſſer auflöslich. Die Löſung bläut ſich etwas bei dem freiwilligen Verdunſten und trocknet zu einer ſchwarzen, nicht kryſtalliſirten Maſſe ein. Das Waſſer zieht daraus den blau gewordenen Theil und läſst ein pechſchwarzes Pulver zurück, welches die neutrale Verbindung iſt. Durch eine lang dauernde Einwirkung des Waſſers erleidet es eine partielle Zerſetzung; das Waſſer löſt ein ſaures Salz und läſst ein baſiſches zurück, wie es bei dieſer Klaſſe von Salzen zu geſchehen pflegt. Ammoniak zerlegt ſelbſt das trockne Salz, zieht Fluſsſpathſäure aus, und läſst einen braunen, flockigen Stoff zurück, welcher

Kieſelſaures Molybdänoxyd iſt. Wird dieſs auf einige Tage in der ammoniakaliſchen Flüſſigkeit gelaſſen, ſo löſt ſich Molybdänoxyd auf, bis Molybdänſäure und Kieſelſäure ungefärbt zurückbleiben.

Phosphorſaures Molybdänoxyd wird in Form eines hellrothen, flockigen, Stoffes gefällt, wenn man Molybdänchlorid mit phosphorſaurem Ammoniak vermiſcht. Die Flüſſigkeit behält dennoch ihre gelbliche Farbe, zum Beweis, daſs das Salz nicht ganz unlöslich iſt. Wenn man das Hydrat des Oxydes in Phosphorſäure auflöſt, ſo lange dieſe noch etwas aufnimmt, ſo erhält man ein *ſaures Salz*, welches bei freiwilligem Verdunſten zu einer rothen, zähen, durchſichtigen Maſſe eintrocknet, in der ſich keine

Digitized by Google

Anzeigen von Kryſtalliſation entdecken laſſen. Ammoniak löſt dieſes Salz mit rother Farbe auf, aber nach einer Stunde trübt ſich die Flüſſigkeit und das Meiſte wird gefällt. Die Auflöſung in Ammoniak verliert an der Luft bald ihre Farbe.

Borſaures Molybdänoxyd iſt unlöslich in Waſſer. Es wird mit roſtgelber Farbe gefällt, wenn eine Auflöſung des Molybdänchlorids mit einer Auflöſung von borſaurem Ammoniak vermiſcht wird. Löſt man das Oxydhydrat in ſiedender Borſäure auf, ſo erhält man eine gelbe Flüſſigkeit, welche beim Verdunſten gelatinirt und das neutrale Salz abſetzt.

Arſenikſaures Molybdänoxyd wird gefällt, wenn man Molybdänchorid mit einem arſenikſauren Salz vermiſcht. Ein ſaures Salz erhält man, wenn das Hydrat in Arſenikſäure aufgelöſt wird. Dieſes hat eine groſse Neigung blau zu werden, ſelbſt beim freiwilligen Verdunſten. Es wird vom kauſtiſchen Ammoniak mit einer tiefrothen Farbe aufgelöſt und die Flüſſigkeit ſetzt nichts ab, wenn man ſie ſtehen läſst, aber ſie wird allmälig farblos.

Chromſaures Molybdänoxyd. a) *neutrales*, löſt ſich im Waſſer mit hellgelber Farbe auf. Die Auflöſung giebt, nach freiwilligem Verdunſten, weiſse oder ſchwach gelbliche Kryſtallſchuppen oder efflorescirende Nadeln; völlig getrocknet iſt das Salz weiſs. b) *ſaures*, wird in Waſſer mit brauner Farbe gelöſt, und trocknet zu einer braunen, nicht kryſtalliniſchen, gleichſam verwitterten Salzmaſſe ein, welche hernach ohne Veränderung vom Waſſer aufgelöſt wird. c) *baſiſches* wird aus einer von den vorhergehenden Auflöſungen durch kauſtiſches Ammoniak gefällt,

Digitized by Google

und ist eine in Wasser unauflösliche, graugelbe, flokkige Masse.

Molybdänsaures Molybdänoxyd, Bucholz's molybdänige Säure ist das im Wasser auflösliche blaue Molybdänoxyd, dessen Natur und Zusammensetzung weiterhin ausführlich angegeben werden soll.

Wolframsaures Molybdänoxyd. Wenn eine concentrirte Auflösung von wolframsaurem Ammoniak mit Molybdänchlorid vermischt wird, so erhält man eine Auflösung von ausnehmend schöner Purpurfarbe, aber so dunkel gefärbt, dafs sie kaum an den dünnsten Kanten durchsichtig ist. Durch Verdünnung tritt die Farbe in ihrer ganzen Schönheit hervor. Wird die concentrirte Auflösung mit einer starken Auflösung von Salmiak vermischt, so fällt die purpurfarbene Verbindung nieder und die Flüssigkeit behält nur eine schwache Purpurfarbe. Man kann den Niederschlag auf dem Filtrum auswaschen, zuerst mit Salmiakwasser und hernach mit Weingeist von 0,86, welcher denselben nicht auflöst, alsdann ausdrücken und bei gelinder Wärme trocknen. Er stellt alsdann eine dunkel purpurfarbene Masse dar, welche sich an der Luft nicht verändert und vom Wasser ohne Rückstand wieder gelöst wird. Wird die verdünnte Auflösung von wolframsaurem Molybdänoxyd in einem flachen Gefäfse stehen gelassen, so verbleicht die Farbe allmälig und nach einiger Zeit ist sie gänzlich verschwunden. Die Flüssigkeit enthält alsdann eine Auflösung von wolframsaurer Molybdänsäure. Die purpurfarbene Auflösung wird vom

Digitized by Google

kauſtiſchen Natron auf die Art zerſetzt, daſs es Molybdänoxyd abſcheidet; aber kauſtiſches Ammoniak nimmt die Farbe hinweg, ohne daſs im erſten Augenblick ein Niederſchlag zum Vorſchein kommt. Allmälig wird ein weiſses Salzpulver gefällt. Daſſelbe wird ſogleich gebildet, wenn man das durch Salmiak gefällte Salz mit Ammoniak übergieſst. Es iſt ein in Waſſer unlösliches baſiſches Salz von wolframſaurem Ammoniak und wolframſaurem Molybdänoxyd. Kauſtiſches Natron zerſetzt auch dieſes mit Zurücklaſſung von Molybdänoxyd, welches gleichwohl bald verſchwindet, wenn die Luft hinzukommt.

Oxalſaures Molybdänoxyd iſt löslich in Waſſer. Die beim freiwilligen Verdunſten gebildeten Kryſtalle ſind bläulich, faſt ſchwarz, werden aber mit rother Farbe von Waſſer gelöſt. Ammoniak fällt aus der Auflöſung dieſes Salzes ein blaſs ziegelrothes baſiſches Salz, welches in einem Ueberſchuſs von Alkali nicht aufgelöſt wird.

Mit *ſaurem oxalſauren Kali* wird ein in Waſſer auflösliches Doppelſalz erhalten.

Weinſaures Molybdänoxyd trocknet zu einer blaſsrothen, gummiartigen Maſſe ein, die eine bemerkenswerthe Neigung hat, grün oder blau zu werden. Es wird nicht von Alkalien gefällt, ſondern giebt mit dieſen dunkelrothe Löſungen, welche an der Luft farblos werden.

Weinſaures Kali und *weinſaures Molybdänoxyd* bilden ein Doppelſalz, welches im Waſſer löslich iſt

und welches zu einer gelben Salzmaſſe eintrocknet. Mit Hydrat in Ueberſchuſs verſetzt, bildet ſich ein ſchwerlöslicheres Salz, in Geſtalt eines braunen Pulvers, welches vom Alkali aufgelöſt wird. Das lösliche Doppelſalz wird von Galläpfelinfuſion mit brandgelber Farbe gefällt, und die Flüſſigkeit nimmt eine tief brandgelbe Farbe an. Sowohl die Farbe des Niederſchlages als die der Flüſſigkeit iſt verſchieden von der, welche Galläpfelinfuſion mit anderen Molybdänoxydſalzen giebt.

Eſſigſaures Molybdänoxyd wird gefällt, wenn man Molybdänchlorid mit eſſigſaurem Kali vermiſcht; der Niederſchlag hat die Farbe des Hydrates. Das Hydrat wird von ſiedender Eſſigſäure zu einer gelben Flüſſigkeit aufgelöſt, welche beim Erkalten gelatinirt. Sich ſelbſt überlaſſen, trocknet die Maſſe, ohne daſs ſie blau wird, zu einem dunkelbraunen pulverförmigen Stoffe ein.

Bernſteinſaures Molybdänoxyd verhält ſich völlig dem eſſigſaurem Oxyd gleich, in Allem was ſo eben von dem letzteren angeführt iſt.

Jerncyanurad Molybdäncyanid *) (buchſtäblich: Eiſencyanurtes Molybdäncyanid **)) will ich den

*) Ich mache keine Entſchuldigung wegen dieſer Benennung. Sie iſt nicht wohlklingend, aber ſie iſt beſtimmt. Im Verlauf dieſer Unterſuchungen wird man finden, daſs dieſe Beſtimmtheit nicht entbehrt werden kann.

**) Vielleicht könnte man dieſe und ähnliche Verbindungen, im Deutſchen nach folgenden Schema benennen:

Eiſencyantes, Eiſencyanichtes { Cyanichtmolybdän, Cyanmolybdän, Uebercyanmolybdän.

(P.)

Digitized by Google

Niederſchlag nennen, welcher entſteht, wenn man Blutlaugenſalz (Cyaneiſenkalium, eiſencyanurtes Cyankalium) mit einer Auflöſung von Molybdänchlorid vermiſcht. Es wird in Geſtalt eines dunkelbraunen Pulvers gefällt, welches ſich nicht in einem Ueberſchuſs von Blutlaugenſalz auflöſt. Es wird dagegen nach dem Auswaſchen von kauſtiſchem Ammoniak gelöſt, aber dieſe Auflöſung iſt eine Zerſetzung, wobei das Oxydhydrat nebſt dem eiſencyanurten Cyan-Ammonium in Waſſer aufgelöſt wird; ein geringer Zuſatz von Salmiakwaſſer fällt das Hydrat. Enthält das Ammoniak, womit das Salz zerſetzt wird, Salmiak, ſo bleibt das Hydrat ungelöſt.

(Beſchluſs im nächſten Heft.)

Digitized by Google

V.

Ueber das Verhalten der Kieſelerde zu den Säuren;

vom

Dr. C. J. B. Karsten.

Wer ſich mit Mineralanalyſen zu beſchäftigen Veranlaſſung hat, der kennt die Schwierigkeit, die Kieſelerde vollſtändig abzuſcheiden und quantitativ genau zu beſtimmen. Im ganzen Verlauf der Analyſe kommt kaum eine Auflöſung oder Niederſchlag vor, worin man nicht einen Rückhalt von Kieſelerde aufzuſuchen genöthigt wäre. Bei den analytiſchen Unterſuchungen verſchiedener Roh- und Stabeiſenarten, welche ich gewöhnlich damit zu beginnen pflege, daſs das Eiſen in Königswaſſer aufgelöſt und durch anhaltendes Sieden in den Peroxydzuſtand gebracht wird, bleibt zwar der gröſste Theil des Siliciumgehaltes des Eiſens als Kieſelerde zurück, allein ein nicht unbedeutender Antheil geht mit in die Auflöſung über. Wird dieſe durch Aetzammoniak zerſetzt, ſo ſchlägt ſich nur ein Theil des Kieſelerdegehaltes mit dem Eiſenoxyd nieder; ein anderer Theil bleibt abermals in der Auflöſung zurück und kann daraus nicht anders erhalten werden, als daſs man die Flüſſigkeit bis zur Trockniſs abdampft und die ammoniakaliſchen Salze verflüchtigt. Noch ſchwieriger iſt es aber den Rückhalt an Kieſelerde, welcher mit dem Eiſenoxyd niedergeſchlagen wird, zu beſtimmen. Wird das Oxyd ſtark geglüht und dann in Salzſäure aufgelöſt, ſo bleibt zwar die

Digitized by Google

Kieſelerde in dem bekannten gallertartigen Zuſtande zurück, allein ein Theil wird immer wieder von der Säure mit aufgenommen. Auch durch wiederholte Operationen des Glühens und des Auflöſens des geglühten Oxyds in Salzſäure wird man den Zweck der völligen Abſcheidung der Kieſelerde nicht erreichen können. Kommt es daher darauf an, die Menge der Kieſelerde ganz genau zu beſtimmen, ſo bleibt kein anderer Ausweg, als die Eiſenoxydniederſchläge nach der Auflöſung in Salzſäure und nach erfolgtem Zuſatz einer angemeſſenen Menge Weinſteinſäure zur Auflöſung, zuerſt mit Aetzammoniak zu überſättigen, dann das Eiſen durch Hydrothion-Ammoniak zu fällen, die Flüſſigkeit abzudampfen, die ammoniakaliſchen Salze zu verflüchtigen und den kohligen Rückſtand zu verbrennen. Enthielt das Eiſen, wie es ungemein häufig der Fall iſt, Titan; ſo finden ſich Kieſelerde und Titanoxyd in dem Rückſtande. In der Meinung, daſs Kieſelerde und Titanoxyd, wenn ſie auch mit Eiſenoxyd verbunden ſind, durch ſtarkes Glühen der Eiſenoxydniederſchläge, in Säuren unauflöslich werden, iſt mir früher ein Silicium und Titangehalt des Eiſens häufig entgangen, und ich bin daher ſpäter genöthigt geweſen, den mühſamen und ſehr verwickelten Proceſs zu befolgen, das Eiſen auf die angegebene Weiſe in Schwefeleiſen zu verwandeln und in der Flüſſigkeit den, oft nur geringen, Rückhalt an Kieſelerde und Titanoxyd aufzuſuchen.

Ich habe dieſes ganz einfache Beiſpiel gewählt, um zu zeigen, wie ſchwierig es dann iſt, die Menge der Kieſelerde genau zu beſtimmen. Dieſe Schwierigkeit nimmt in demſelben Verhältniſſe zu, als

Digitized by Google

die Zuſammenſetzung des zu analyſirenden Foſſils verwickelter wird und weitläufigere Trennungs-Methoden erfordert. Hat man z. B. eine ſalzſaure Auflöſung eines Eiſenerzes zu zerlegen, aus welchem die Kieſelerde ſchon auf bekannte Weiſe abgeſchieden iſt, und hat man in dieſer Auflöſung Eiſenoxyd, Eiſenoxydul, Manganoxydul, Thonerde, Kalkerde, und Bittererde zu vermuthen; ſo bleibt, um die Menge des Eiſenoxyduls einigermaſsen genau zu beſtimmen, faſt nichts weiter übrig, als die Auflöſung durch ein alkaliſches Bi-Karbonat in niedriger Temperatur zu zerſetzen, welches nur das Eiſenoxyd allein niederſchlägt. Dieſer Niederſchlag enthält nun noch Kieſelerde, welche ſich durch Glühen des Oxyds und durch Wiederauflöſen in Salzſäure nur ſehr unvollkommen abſcheiden läſst. Aber ein bei weitem gröſserer Antheil Kieſelerde bleibt in der durch das Bi-Karbonat zerſetzten Auflöſung zurück und muſs, welches Scheidungsverfahren man auch anwendet, in allen Niederſchlägen und Auflöſungen, welche man im Verlauf der Analyſe erhalten wird, wieder aufgeſucht werden.

Es iſt ſchon längſt bekannt, daſs die Kieſelerde, wenn ſie erſt einmal durch Alkalien oder durch Säuren in eine Auflöſung übergegangen iſt, einige Auflöslichkeit in reinem Waſſer zeigt, und aus dieſer Eigenſchaft lieſse ſich ihr, bei den Mineralanalyſen ſo ungünſtiges, Verhalten, alle Auflöſungen und Niederſchläge zu verunreinigen, wohl erklären. Allein einen gröſseren Aufſchluſs über die Natur der Kieſelerde erhielt man, als Hr. Smithſon im Jahr 1811 (Phil. Trans. 1811 p. 176), wenn ich nicht irre zuerſt, die Vermuthung aufſtellte, daſs die Kieſelerde in allen, ſeit-

Digitized by Google

dem unter dem Namen der Silikate bekannten Foſſilien die Stelle einer Säure vertrete: eine Vermuthung, welche durch Hrn. Berzelius, aus einem allgemeineren und höheren Geſichtspunkte auf das entſcheidendſte beſtätigt worden iſt. Aus dieſer elektronegativen Eigenſchaft der Kieſelerde wird ihre Geneigtheit, ſich mit den Baſen zu verbinden, leicht erklärbar. Um ſo ſchwieriger wird es aber, zu einer genügenden Erklärung über die Art der Verbindung zu gelangen, in welcher ſich die Kieſelſäure bei ihrer Vereinigung mit andern Säuren befindet. Die Kieſelerde zeigt dabei ein ganz eigenthümliches Verhalten, wovon ſich der Grund bis jetzt noch durchaus nicht angeben läſst. Es iſt eine ganz allgemein bekannte Erfahrung, daſs eine concentrirte wäſſrige Auflöſung der Kieſelfeuchtigkeit durch eine im Ueberſchuſs zugeſetzte Säure ſogleich zerlegt wird und daſs ſich die Kieſelerde daraus faſt vollſtändig abſcheidet, ohne von der Säure, und würde ſie auch im gröſsten Uebermaſs zugeſetzt, wieder aufgelöſt zu werden. Dieſelbe Kieſelfeuchtigkeit, mit einer hinreichenden Menge Waſſer verdünnt, läſst ſich durch eine im Ueberſchuſs zugeſetzte Säure nicht mehr zerlegen, ſondern ſie bleibt vollkommen klar und ſetzt ihren Gehalt an Kieſelerde nun nicht mehr ab, wenn ſie nicht verdampft und die Kieſelerde dadurch zu einer gallertartigen Gerinnung gebracht wird. Iſt dieſe Auflöſung der Kieſelerde nun wirklich nur als eine Auflöſung derſelben im Waſſer anzuſehen und erklärt ſich die im erſten Fall entſtehende Zerſetzung der Kieſelfeuchtigkeit bloſs dadurch, daſs es an der zureichenden Menge von Auflöſungswaſſer fehlte, ſo wie durch die Eigenſchaft der Kieſel-

Digitized by Google

erde, dafs sie, erst einmal aus einer Auflösung ausgeschieden, in Wasser oder in wässrigen Säuren gar nicht mehr, oder nur höchst wenig auflöslich ist? Verhielte sich die Sache wirklich so, so würde daraus hervorgehen, dafs die Kieselerde, bei der gewöhnlichen Temperatur, etwa in 25 bis 30 Theilen Wasser auflöslich wäre, denn einer stärkeren Verdünnung der Kieselfeuchtigkeit bedarf es nicht, um die Zerlegung durch Säurezusatz zu verhindern. Dann würde es aber wieder nicht einleuchten, warum aus der aufs stärkste verdünnten Kieselfeuchtigkeit, welcher es also an Auflösungswasser für die Kieselerde nicht fehlt, die letztere doch niedergeschlagen wird, wenn man sie mit nicht mehr Säure zersetzt, als zur Sättigung des Alkali erforderlich ist. Wirkte das Wasser nur als Auflösungsmittel, so würde es gleichgültig seyn müssen, ob die das Alkali neutralisirende Säure im Ueberschufs vorhanden ist, oder nicht. Es ist daher nicht zu bezweifeln, dafs diese im Ueberschufs zugesetzte Säure einen gröfseren Antheil an dem Aufgelöstbleiben der Kieselerde hat, als das Wasser und dafs dieses allein so bedeutende Quantitäten Kieselerde nicht aufgelöst zu erhalten vermag. Warum sich aber die Kieselerde, wenn sie aus Mangel an gehöriger Verdünnung der Auflösung wirklich ausgeschieden worden ist, auch im stärksten Uebermafs der später zugesetzten concentrirten oder verdünnten Säure, nicht mehr auflöslich zeigt, das läfst sich aus chemischen Gründen wahrscheinlich nicht mehr erklären.

Kommt der Kieselerde wirklich die Eigenschaft zu, mit den Säuren Verbindungen einzugehen, die nur so lange von Bestand sind, als sich die

Digitized by Google

Verbindung im tropfbar flüſſigen Zuſtande befindet, und als die Säure, wenn ſie von flüchtiger Natur iſt, nicht entweicht? Titanoxyd, Chromoxyd, Arſenikoxyd zeigen ein ganz ähnliches Verhalten, obgleich in einem minder ausgezeichneten Grade. Die ſo eben angeführten Erſcheinungen laſſen es kaum mehr bezweifeln, daſs die in der ſtark verdünnten und mit überſchüſſiger Säure verſetzten Kieſelflüſſigkeit aufgelöſt bleibende Kieſelerde durch die im Ueberſchuſs zugeſetzte Säure in der Auflöſung zurückgehalten und daſs dabei wirklich eine Verbindung der Kieſelſäure mit der als Zuſatz angewandten Säure gebildet wird. Ich werde ſogleich näher zeigen, daſs die Kieſelerde dieſe merkwürdige Eigenſchaft wirklich beſitzt, eine Eigenſchaft, welche einen vollſtändigen Aufſchluſs über die Art und Weiſe giebt, wie alle Mineralwaſſer und vorzüglich die heiſsen Quellen, eine oft ſehr bedeutende Menge von Kieſelerde aufgelöſt enthalten können.

Von welcher Art iſt aber die chemiſche Verbindung, welche erhalten wird, wenn man die ſo eben aus der ſauren oder aus der alkaliſchen Auflöſung niedergeſchlagene, noch feuchte Kieſelerde in kohlenſaurem Kali oder Natron auflöſt? Die Auflöſung erfolgt ſchon in ſehr gelinder Digerirwärme, ohne daſs dabei Kohlenſäure entweicht. Daſs ſich dabei eine der Quantität der aufgelöſten Kieſelerde in Verhältniſs ſtehende Menge von Bi-Karbonat bilde, iſt kaum zu glauben, weil ſich die friſch gefüllte Kieſelerde auch im Bi-Karbonat des Kali oder des Natron ſelbſt, obgleich freilich ungleich ſchwieriger und, wie es ſcheint, in geringerer Menge als in dem einfach kohlenſauren Alkali auflöſt. Es müſſen hierbei alſo wohl

Verbindungen von zwei Säuren und einer Baſe, nach noch unbekannten Geſetzen entſtehen. Anders iſt das Verhalten, wenn die Kieſelerde in der Glühhitze mit dem kohlenſauren Alkali, oder mit einer kohlenſauren alkaliſchen Erde geſchmolzen wird. Die Kieſelſäure treibt hier wirklich einen verhältniſsmäſsigen Antheil Kohlenſäure aus, um mit der Baſe ein Silikat zu bilden.

Die Auflösbarkeit der friſch gefällten Kieſelerde in kohlenſauren Alkalien iſt bekanntlich erſt vor wenigen Jahren durch Hrn. Pfaff zur Kenntniſs gebracht. Das kohlenſaure Ammoniak ſcheint nur eine höchſt geringe auflöſende Kraft auf die friſch gefällte Kieſelerde auszuüben, aber Aetzammoniak nimmt beim Digeriren eine ziemlich bedeutende Menge Kieſelerde auf, welche durch Verdampfen des Ammoniaks erſt wieder dargeſtellt wird. Der Analytiker kommt bei ſeinen Unterſuchungen ſelten in den Fall, dies Verhalten der Kieſelerde zu berückſichtigen, wodurch es nur erklärbar wird, daſs dieſe Eigenſchaften eines ſo allgemein verbreiteten und faſt bei allen chemiſchen Analyſen erdartiger Subſtanzen vorkommenden Körpers, ſo lange unbekannt bleiben konnte. Eben das iſt auch unbezweifelt der Grund, warum man die Verbindung der Kieſelerde mit den Säuren nicht weiter beachtet hat, vorzüglich weil ſie nur im flüſſigen Zuſtande darſtellbar ſind und weil ſie keine Eigenſchaften zeigen, die bei analytiſchen Unterſuchungen von Intereſſe ſeyn könnten.

Hat man durch Zuſammenſchmelzen der Kieſelerde mit einer angemeſſenen Menge ätzendem oder kohlenſaurem Kali oder Natron Kieſelfeuchtigkeit gebildet und in etwa 30 Mal ſo viel Waſſer aufgelöſt, als

Digitized by Google

die Kieſelfeuchtigkeit Kieſelſäure enthält; ſo bleibt die Flüſſigkeit, wenn ſie in gut verſchloſſenen Gefäſsen aufbewahrt wird, Jahre lang klar und zerſetzt ſich erſt nach und nach in dem Verhältniſs, als das Alkali Kohlenſäure aus der Atmosphäre anzieht. Dieſer Erfolg zeigt, daſs das alkaliſche Silikat ſchon durch eine ſehr ſchwache Säure zerſetzt wird. Will man aber die Zerſetzung abſichtlich, durch den Zuſatz einer Säure bewerkſtelligen, und ſetzt man nicht mehr Säure zu, als zur völligen Neutraliſirung der alkaliſchen Flüſſigkeit erforderlich iſt; ſo bleibt ſie noch eine geraume Zeit klar, trübt ſich dann erſt allmälig und ſetzt nach und nach Kieſelerde, theils in ſchleimiger, theils in flockiger Geſtalt ab, und wenn man jetzt noch mehr Säure hinzubringt, ſo löſt ſich der Niederſchlag nicht, oder wenigſtens nur in höchſt unbedeutender Menge wieder auf. Durch dies Verhalten unterſcheidet ſich die Kieſelerde ganz weſentlich von der Thonerde, welche ſich augenblicklich, ebenfalls in ſchleimiger und in flockiger Geſtalt, niederſchlägt, ſo bald der Neutraliſationspunkt der Flüſſigkeit erreicht iſt, ſich aber auch augenblicklich wieder auflöſt, ſo bald nur ein geringer Ueberſchuſs von Säure hinzu kömmt. Beide Erden laſſen ſich durch dies Verhalten ſehr leicht von einander unterſcheiden.

Wird dagegen der Neutraliſationspunkt der Kieſelflüſſigkeit ſogleich überſchritten, *ehe* ſie ſich zu trüben anfängt, ſo bleibt die Flüſſigkeit klar und es ſchlägt ſich auch nach vielen Wochen keine Kieſelerde nieder. Ich habe bei der Anwendung der Schwefelſäure, der Salpeterſäure, der Salzſäure und der Eſſigſäure immer ganz gleiche Reſultate erhalten. Daſs es die

Digitized by Google

im Ueberschufs vorhandene Säure und nicht das Wasser ist, welches die Kieselerde aufgelöst hält, geht daraus hervor, dafs die mit Säure im Ueberschufs versetzte Kieselflüssigkeit Salze bis zum völligen Sättigungspunkt auflösen kann, ohne dafs sich die Kieselerde abscheidet. Wendet man Salze an, welche in der etwas erhöhten Temperatur sich in bedeutend gröfserer Menge als in der gewöhnlichen Temperatur im Wasser auflösen; so scheidet sich das Salz, welches sich beim Erkalten der Flüssigkeit nicht aufgelöst halten kann, so wie die Temperatur sinkt, wieder ab, aber die Kieselerde bleibt in der Auflösung zurück. In der mit Salpetersäure versetzten Kieselflüssigkeit z. B. läfst sich durch Erwärmen so viel Salpeter auflösen, dafs ein grofser Theil beim Erkalten wieder in Krystallen anschiefst, ohne dafs sich die Flüssigkeit trübt und Kieselerde fallen läfst.

Weil schon eine so schwache Säure, wie es die Essigsäure ist, die Kieselerde aufgelöst zu halten vermag, so schien es nicht unwahrscheinlich, dafs die Kohlensäure nicht minder diese Eigenschaft besitzen würde. Diese Vermuthung hat sich auch vollständig bestätigt. Der Versuch läfst sich sehr leicht auf die Weise anstellen, dafs man die Kieselfeuchtigkeit mit einem grofsen Uebermafs von irgend einer Säure z. B. mit Salzsäure versetzt, und die klare Flüssigkeit in möglichst niedriger Temperatur mit kohlensaurem Ammoniak neutralisirt. Die bei diesem Prozefs sich entbindende Kohlensäure verbindet sich mit dem Wasser, und wenn man nun die neutrale Flüssigkeit in einem gut verschlossenen Glase aufbewahrt, so kann man sie mehrere Wochen lang stehen lassen, ohne dafs

Digitized by Google

ſich eine Spur von Kieſelerde abſcheidet. Durch Stehenlaſſen an der Luft, noch ſchneller aber durch Erwärmung in offenen Gefäſsen zerſetzt ſich die Auflöſung in dem Verhältniſs, wie die Kohlenſäure entweicht, und die Kieſelerde ſetzt ſich in gallertartigen Gerinnungen an den Wänden des Gefäſses ab. Dieſer Erfolg zeigt auf eine ganz überzeugende Weiſe, daſs die groſse Menge von Kieſelerde, welche ſich faſt in allen Mineralwaſſern, vorzüglich aber in den heiſsen Quellen findet, durch Kohlenſäure aufgelöſt gehalten wird. Freilich läſst ſich aber dadurch nicht erklären durch welchen Prozeſs die Kieſelerde zuerſt zur Auflöſung gebracht ward, denn die Vorſtellung, welche nur zu häufig ausgeſprochen worden iſt, als ob die Mineralwaſſer und heiſsen Quellen ihren Gehalt an fremdartigen Stoffen nur durch Auslaugung ſalzhaltiger Erzſchichten erhielten, kann gewiſs nicht die richtige ſeyn, und würde wenigſtens auf den Kieſelerdengehalt der Quellen keine Anwendung finden können.

Digitized by Google

VI.

Eine neue magnetiſche oder elektromagnetiſche Beobachtung;

von

Herrn Hofrath Muncke zu Heidelberg.

Indem ich den ungern übernommenen und nicht ohne groſsen Aufwand von Zeit und Mühe endlich vollendeten Artikel „Elektromagnetismus“ für den 3ten Theil des Gehlerſchen Wörterbuches ausarbeitete, hielt ich es für meine Schuldigkeit, verſchiedene noch unausgemachte Thatſachen einer abermaligen ſorgfältigen Unterſuchung zu unterwerfen. Bei einem bloſs von Ampère angeſtellten Verſuche war es mir zweifelhaft, ob die erhaltene Wirkung bloſs dem Magnetismus oder zugleich der Elektricität beizuzählen ſey, und ich beſchloſs daher hierüber zur Gewiſsheit zu gelangen. Ein glücklicher Zufall führte mir einen Meſſingdraht in die Hände, den ich vor mehreren Jahren gekauft habe, und deſſen Urſprung ich daher nicht angeben kann *), an welchem ich die folgenden Eigenſchaften entdeckte:

*) Eine Probe dieſes Drahtes habe ich dieſer Anzeige beigelegt, damit der verehrte Herausgeber dieſer Zeitſchrift ſich überzeugen möge, daſs die Sache keineswegs auf Täuſchung beruhe. Zugleich bitte ich die Phyſiker, mir nicht zu zürnen, wenn ihre Verſuche, dieſe Erſcheinungen gleichfalls zu beobachten, mit Schwierigkeiten verbunden, und zuweilen vergebens ſeyn

Digitized by Google

Ein Meſſingdraht, etwa 0,5 Lin. im Durchmeſſer haltend, von der etwas ins Röthliche ſpielenden Sorte, wurde von mir gerade gebogen, an den Enden rund gefeilt, und um die auf der Oberfläche als Folge des Ziehens und Abfeilens etwa befindlichen Eiſentheilchen fortzuſchaffen, mit Flieſspapier und etwas verdünnter Schwefelſäure abgerieben, mit reinem Waſſer gereinigt und abgetrocknet. Demnächſt hing ich ihn an einem langen Faden ungezwirnter Seide der Knopfmacher horizontal ſchwebend auf, und verſuchte, ob ein ſtarker Magnetſtab eine Wirkung auf ihn äuſsere, allein ich konnte nichts dieſer Art entdecken. Später ſchien es mir zwar, als ob kürzere Drähte, insbeſondere wenn ſie lange Zeit im Conflicte magnetiſcher Pole geweſen waren, ſich nicht ganz indifferent gegen den Magnetismus zeigten, allein auf allen Fall ſind dieſe Wirkungen ſehr ungewiſs und kaum wahrnehmbar. Darauf legte ich unter einen auf ſolche Weiſe frei ſchwebenden Draht *ab* (Fig. 9) von 6 Zoll Länge einen 14 Zoll langen Magnetſtab von 1 Quad. Z. Querſchnitt *), um zu

ſollten. Mit der individuellen Sorte Meſſing werden ſie leicht wahrgenommen.

*) Der Kürze wegen beſchreibe ich nur die Hauptverſuche nebſt den hieraus erhaltenen Reſultaten und die bequemſten Apparate. Uebrigens iſt es gleichgültig, ob man einen Magnetſtab oder Hufeiſenmagnet wählt, ob der Draht die ganze Länge des Magnetſtabes hat, oder nur die halbe, oder auch etwas über die Enden hinausragt. Mit einem Magnetſtabe von etwa 14 Z. Länge habe ich 15, 14, 12, 6 bis 3zöllige Drähte gebraucht, und die kleineren von 4 bis 6 Zoll am empfindlichſten gefun-

Digitized by Google

verſuchen, ob erſterer eine beſtimmte Richtung durch letzteren annehmen würde, allein auch hierbei blieb jede Wirkung aus, obgleich der Apparat in einem Glasſchranke ſtand, den ich wiederholt öffnete, dann den Draht in ſtarke Drehung verſetzte, und nach dem Verſchlieſsen des Schrankes wieder zur Ruhe kommen lieſs. Die Richtung der Axen beider war durchaus regellos. Legt man dagegen (Fig. 10) über den Draht einen andern ganz gleichen Nordpol, ſo weicht das Ende *b* des Drahtes nach der einen oder der andern Seite aus, fängt mit zunehmender Geſchwindigkeit an vielmal in einem ganzen Kreiſe ſich zu drehen, bis die Seide eine beträchtliche, der Länge des Fadens angemeſſene Drehung erhalten hat, und ſtellt ſich dann mit ſeiner Axe quer über den unteren Magnet, bleibt ſo einige Zeit ſtehen, beginnt die Drehung rückwärts gleichfalls mit zunehmender Geſchwindigkeit, wechſelt zuweilen mehrmals mit dieſen Drehungen, und kommt endlich in einem Winkel von 15° bis 30° mit der Axe des unteren Magnetes zum Stillſtande. Eine hierbei bisher ohne Ausnahme, aber noch nicht oft genug beobachtete Erſcheinung, nämlich daſs die Drahtſpitze *b* ſich allezeit in WNW ſtellt, wenn beide Südpole vereinigt ſind, und in WSW wenn beide Nordpole einwirken, die Richtung der Magnete in der Zeichnung SN von Oſt nach Weſt angenommen, kann ich noch nicht als beſtimmte Regel mit Gewiſsheit verbürgen. Uebrigens

den, vielleicht weil ſie leichter oscilliren. Es iſt ferner gleichgültig, ob der Draht vorher über dem Magnete einige Zeit gehangen hat oder nicht.

Digitized by Google

ist ein Einfluss des gleichnamigen Poles auf das über einem Pole schwebende Ende des Drahtes nur schwer wahrnehmbar, indem die Abstossung der gleichnamigen Pole gegen den Draht, welche aus dem stets gleichen Stande desselben, und dass er niemals zwischen den Polen zum Stillstande kommt, sehr deutlich folgt, für sich kaum beobachtet werden kann. Was mir hierbei zuweilen als Täuschung erschienen ist, nämlich eine sehr schwache Anziehung oder Abstossung, würde sich erklären lassen, wenn das erst später beobachtete Gesetz bestätigt würde, dass bei zwei Südpolen das Drahtende jederzeit an der Nordseite und bei zwei Nordpolen an der Südseite derselben zum Stillstande kommt, wonach das Streben nach diesen Seiten als Abstossung und Anziehung erschienen seyn könnte.

Wenn dagegen das Ende des Drahtes *b* sich zwischen den ungleichen Polen N und S (Fig. 11) befindet, so steht es allezeit genau zwischen beiden. Dieser Satz, welcher die Hauptsache der ganzen Erscheinung ausmacht, ist hier bloss deswegen so ausgedrückt, weil er sich auf diese Weise besser an das Vorhergehende anschliesst. Genau genommen muss er aber so ausgedrückt werden: Wenn der frei schwebende Messingdraht in einer Höhe von 0,5 Lin. bis zu 2 Z. und vielleicht noch weiter über dem Nordpole eines starken Magnetstabes zum Stillstande gebracht wird, so zieht ihn ein mit jenem Pole nicht in Berührung gesetzter, sondern frei schwebend gehaltener Pol mit einer auffallenden Stärke an. Diese Anziehung verschwindet (vermuthlich) vollständig, sobald beide Pole einander berühren, und der in dem Drahte er-

Digitized by Google

zeugte Magnetismus ist keinesweges bleibend, sondern verschwindet, sobald die Axe des Drahtes mit der des untergelegten Magnetes einen Winkel von etwa 60° macht. Um sich von der Stärke der durch ihn erzeugten Anziehung zu überzeugen, darf man nur mit dem genähertem Pole gegen das Ende des Drahtes stofsen, so wird dieser wegfliegen, aber augenblicklich zurückkehren, und festhängen. Uebrigens ist es gleichgültig, ob man den heterogenen Pol von der Seite oder in gerader Richtung nähert, auch macht der geringere Zwischenraum zwischen beiden Magneten keinen (bis jetzt von mir wahrgenommenen) Unterschied, wenn die Näherung nicht in Berührung übergeht, jedoch sucht der Draht bei gröfserer Entfernung, wie es mir scheint, zwischen beide zu kommen, ohne dafs ich bestimmen kann, ob dieses Bestreben eine verticale Bewegung erzeugt. Die Richtung der Magnete rückfichtlich der Weltgegenden ist in Beziehung auf diese letzten Erscheinungen ganz gleichgültig. Drehet man den Draht um, und wiederholt den Versuch mit dem Ende *a*, oder verwechselt man die magnetischen Pole, so ist keine Veränderung der beschriebenen Erscheinung wahrnehmbar. Der Draht scheint also an sich gar keine Polarität anzunehmen, wiewohl es mir zuweilen geschienen hat, als ob eine sehr schwache Polarität hervorgerufen würde. Weil ich mich indefs mit diesen Erscheinungen erst seit einigen Wochen gelegentlich amüsire, so kann ich darüber noch nicht entscheiden.

Dieses sind die wesentlichsten von mir beobachteten Erscheinungen, welche ich einer weiteren Untersuchung keinesweges für unwerth erachte. Sie für

Digitized by Google

magnetiſch zu halten ſtreitet gegen die Indifferenz des angewandten Drahtes gegen den Magnet überhaupt, und aufserdem müfste das Eifen im Drahte im Wirkungskreife des Nordpols bei ſo grofser Nähe über demſelben ſüdpolariſch, folglich vom Südpole abgeſtofsen werden, wovon gerade das Gegentheil Statt findet. Es ſchien mir daher wahrſcheinlicher, dafs Elektricität im Drahte als eine Folge der ihn bildenden Metalle erregt würde, auf welche der Magnetismus einen Einfluſs äufsere, und den Draht ſelbſt magnetiſch mache, wenn nicht im Kupfer des Drahtes ein eigener Magnetismus vorhanden wäre, aus welchem die kürzlich durch Arago und Barlow entdeckten Erſcheinungen erklärt werden könnten. Thermomagnetismus endlich iſt nicht anzunehmen, denn ich habe die Erſcheinungen oft beobachtet, ohne dafs ich den Draht nur mit der Hand berührte. Die Temperatur aber, worin die Verſuche angeſtellt wurden, wechſelte im phyſikaliſchen Cabinette zwiſchen 7° bis etwa 10° C., auch war der Draht zuweilen den direkten Lichtſtrahlen ausgeſetzt, zuweilen nicht.

Um die verſchiedenen möglichen Anſichten zu prüfen, habe ich die Verſuche mit einem Drahte von reinem Silber, mit einem Kupferdrahte und Zinkdrahte wiederholt, ohne irgend einen Erfolg. Dann habe ich einen Silberdraht mit einem Zinkdrahte, und einen Kupferdraht mit einem Zinkdrahte an ihren beiden Ender zuſammengelöthet, aber auch dieſes war umſonſt. Ferner band ich einen dünnen Kupferſtreifen, 1 Lin. breit und 0,5 Lin. dick, mit einem ähnlichen Zinkſtreifen vermittelſt eines Seidenfadens zuſammen, aber auch dieſe zeigten keine Wirkung. End-

Digitized by Google

lich liefs ich die letzteren zusammenlöthen, und da schien mir einiger Magnetismus zum Vorschein zu kommen, jedoch so ausnehmend schwach, dafs ich nicht mit Sicherheit darüber entscheiden kann. Entscheidend deutliche Spuren einer magnetischen Anziehung oder Abstofsung waren auf allen Fall nicht vorhanden. Selbst eine andere, etwas dickere, und bedeutend heller gelbliche Sorte Messingdraht zeigte sich völlig indifferent.

Entweder sind daher diese Erscheinungen eine Folge der individuellen Mischung von Zink und Kupfer in dem gebrauchten Drahte, oder des darin vorhandenen Eisens, oder aller dieser drei Metalle zusammengenommen. Ob nämlich Eisen diesem Drahte beigemischt sey, bat ich sogleich meinen verehrten Freund Gmelin zu untersuchen, welcher in einer kleinen Probe des Drahtes allerdings eine merkbare Menge fand, deren Quantität durch Untersuchung eines gröfseren Stückes bestimmt werden könnte, indefs ist dieses bisher noch nicht geschehen. Mich selbst verhindern andere Geschäfte und auch Versuche, diesen Gegenstand vorerst weiter zu verfolgen, und ich mufs daher erwarten, ob andere Physiker mir weitere Belehrung darüber verschaffen werden.

Heidelberg am 30. März 1826.

Munoke.

Zusatz. Dem Wunsche des geehrten Hrn. Verfassers gemäfs, habe ich mich bemüht, mit dem übersandten Messingdrahte die obigen Versuche genau auf die angegebene Art zu wiederholen, allein ich bin nicht so glücklich gewesen, ein entscheidendes Resultat zu erhalten. Bemerken mufs ich aber im Voraus, dafs der, ungefähr 4 Zoll lange, Messingdraht, welchen ich der Güte des Hrn. Verfassers verdanke, sich schon dadurch abweichend verhielt, dafs er, obwohl schwach, doch unverkennbar, des gewöhnlichen Magnetismus fähig war. Nicht nur folgte er bei freier Aufhängung dem Magnete augenscheinlich, sondern auch er nahm jedesmal nach einiger Zeit die Richtung des unter ihn gelegten Magnetstabes an, gleichviel nach welchem Azimuthe die Pole dieses gerichtet waren, und ohne dafs sich eines der Enden des Drahtes vor dem andern ausgezeichnet hätte. Es ist also möglich, dafs das in meinem Besitz befindliche Drahtstück entweder ursprünglich verschieden war von dem, mit welchem der Hr. Verf. experimentirte, oder auch, dafs es durch die Versendung gelitten hat. Dieis zu entscheiden wage ich nicht. Der von mir untersuchte Draht zeigt offenbar die Eigenschaften des

Digitized by Google

welchen Eisens, zwar hinsichtlich der Stärke nur in einem sehr geringen Grade. Ist er über dem Magnetstabe zur Ruhe gekommen, und lenkt man ihn ein *wenig* ab, so macht er deutliche und messbare Schwingungen, hatte man ihm aber einen etwas starken Stofs ertheilt, so kreist er lange unbestimmt umher, bis er endlich in mehr oder weniger grofsen Schwingungen parallel mit dem Stabe wieder zur Ruhe gelangt. Dieſs ist selbst dann der Fall, wenn man das eine Ende des Drahtes, und gleichviel welches, auf die in Fig. 10 und 11 angegebene Art zwischen die gleichnamigen oder ungleichnamigen Pole zweier Magnetstäbe gebracht hat. Der einzige Umstand hiebei, dessen ich völlig gewiſs bin und der entfernte Aehnlichkeit mit den vom Hrn. Verf. bemerkten Erscheinungen hat, ist: dafs im ersteren Falle, wo sich also das eine Ende des Drahtes zwischen zwei Nordpolen oder zwischen zwei Südpolen befindet, die Schwingungen *langsamer* sind als im letzteren. Es zeigt sich dieſses auch dadurch, dafs das z. B. über dem Nordpole des einen Magneten befindliche Drahtende *stärker* von dem Südpole als von dem Nordpole des zweiten Magneten angezogen wird, wenn man diesen seitwärts nähert. Indeſs wirkte bei meinen Versuchen der Nordpol des zweiten Magneten ebenfalls *anziehend* auf jenes Drahtende, doch mufste er ziemlich nahe gebracht werden. Eine Abstofsung, wie sie unter diesen Umständen bei einem Drahte von weichem Eisen so ungemein deutlich der Anziehung vorhergeht, habe ich nicht bemerken können, obwohl ich den Magneten sehr vorsichtig näherte. Wenn übrigens der, nach Fig. 10, zwischen die gleichnamigen Pole gebrachte Draht, wie es mir bisweilen schien, nicht völlig parallel mit der Axe der Magnete zur Ruhe kam, so war doch der Winkel sehr unbedeutend, betrug höchstens einige Grade. Die von mir gebrauchten Magnetstäbe waren ungefähr von gleicher Länge mit dem Messingdrahte, parallelepipedisch gestaltet, und etwas über 2 Linien dick. Der Messingdraht schwebte $1\frac{1}{2}$ Linien über dem einen Stab, und eben so hoch über dem Draht wurde der zweite Stab angebracht. Zwei magnetische Magazine, von denen jedes 48 Stäbe enthielt, zeigten wesentlich daſselbe, wie die kleinen Magnete. Die Erscheinungen wurden aber dadurch verwickelter, dafs die Querriegel von weichem Eisen für sich auf den Draht wirkten, und diesen, wenn sie sich unmittelbar unter ihm befanden, ihren Kanten parallel stellten, sonst aber von der Hauptaxe des Magazins bedeutend ablenkten. Um vor Lufting sicher zu seyn, wurden die Versuche mit den kleinen Magnetstäben auch unter Glas angestellt, jedoch mit gleichem Erfolg wie vorhin.

Uebrigens bin ich weit entfernt, aus diesen Resultaten irgend einen Schlufs auf die des geehrten Hrn. Verfassers zu machen, da offenbar der von mir angewandte Messingdraht hinsichtlich der Anziehung, die er schon von einem einzigen Magneten erleidet, bedeutend von dem im Texte beschriebenen verschieden ist; eine Verschiedenheit, wovon sich auch Hr. Dr. Wöhler überzeugte, der sowohl den Versuchen des Hrn. Verfassers, als auch den meinigen beigewohnt hat. (*P.*)

Digitized by Google

Fig. 1

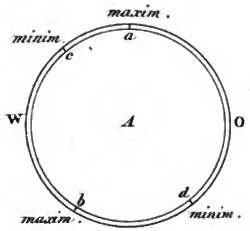


Fig. 3

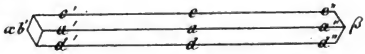


Fig. 4

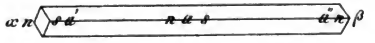


Fig. 2

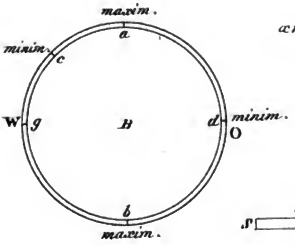


Fig. 5

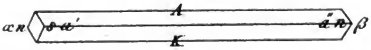


Fig. 9

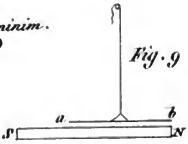


Fig. 10

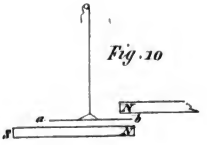


Fig. 11

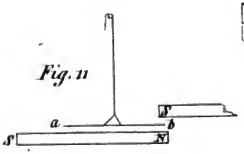


Fig. 6

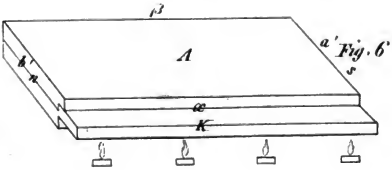


Fig. 7

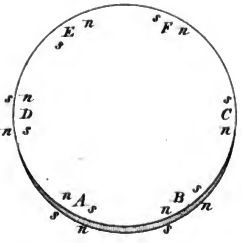
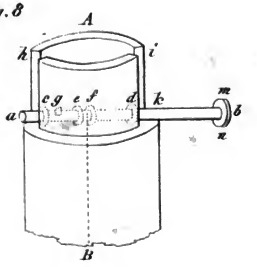


Fig. 8



Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1826, VIERTES STÜCK.

I.

Beitrag zur näheren Kenntniſs des Molybdäns;

von

J. J. Berzelius.

(Beſchluſs.)

Molybdänoxydul und deſſen Salze.

Dieſe zuvor gänzlich unbekannte Oxydationsſtufe des Molybdäns erhält man, wenn ein Molybdänoxydſalz mit einem von denjenigen Metallen digerirt wird, die das Waſſer zerſetzen und Waſſerſtoffgas entwickeln. Die Löſung wird anfangs grünlich, dunkelt darauf mehr nach und wird endlich ſchwarz und undurchſichtig. Die Einwirkung der Metalle endigt mit einer gänzlichen Fällung des Molybdänoxyduls in Geſtalt einer voluminöſen ſchwarzen Maſſe. Das Molybdänmetall iſt nicht im Stande dieſe Reduction hervorzubringen. Zink bewirkt dieſelbe ſehr geſchwind, wenn man aber hernach verſucht das Zinkoxyd durch Ammoniak von dem Molybdänoxydule abzuſcheiden, ſo erhält man einen Theil des erſteren gewöhnlich vereinigt mit dem letzteren, auf eine ſolche Weiſe, daſs kauſtiſches Ammoniak ſie nicht trennen kann.

Digitized by Google

Um das Molybdänoxydul rein zu erhalten, wandte ich folgende Methode an: Es wurde Queckſilber in eine Flaſche gethan und ein gleiches Volumen von Molybdänchlorid-Auflöſung, die mit ein wenig freier Salzſäure verſetzt war, darauf gegoſſen. Zu dieſer Auflöſung wurde ein flüſſiges Kaliumamalgam in Portionen von wenigen Tropfen hinzugeſetzt, und ſobald dieſe ihre Wirkung eingeſtellt hatten, neue Portionen hinzugefügt. Durch die Verdünnung mit Queckſilber wurde die Wirkung des Kaliums ſo verlangſamt, daſs es ſich in einem gröſseren Verhältniſs auf Koſten des Oxydſalzes, als auf Koſten des Waſſers oxydirte. Als die Farbe der Flüſſigkeit endlich ſchwarz wurde und das Kalium nur auf Koſten des Waſſers oxydirt zu werden ſchien, ſo daſs das Oxydul anfing ſich niederzuſchlagen, ſo wurde die ſchwarze Flüſſigkeit abgegoſſen und mit kauſtiſchem Ammoniak gefällt. Wenn man bei dieſem Verſuch nicht freie Salzſäure hinzuſetzt, ſo fällt das Kali, das auf Koſten des Waſſers gebildet wird, eine Portion von Oxydhydrat, das noch nicht zum Oxydul reducirt wurde, und man erhält einen dunkelbraunen Niederſchlag, gemengt aus beiden Oxyden.

Das Molybdänoxydul, ſo wie es mit Ammoniak gefällt wird, iſt im ſehr vertheilten Zuſtande dunkelbraun, aber auf ein Filtrum geſammelt ſieht es in Maſſe ſchwarz aus. Es kann mit Waſſer gewäſchen werden, ohne daſs es ſich anſcheinend höher oxydirt; wenn es aber an der Luft getrocknet wird, erhält es eine hellere Farbe, weshalb ich es in einem luftleeren Raum über Schwefelſäure trocknete. Es bildet dann ein völlig ſchwarzes Pulver, was das Hydrat des Oxy-

Digitized by Google

duls ist. Im luftleeren Raum erhitzt verliert es bei gelinder Wärme sein Wasser ganz allmälig. Wenn hernach das zurückgebliebene Oxydul nahe bis zum Glühen erhitzt wird, so entsteht darin ein lebhaft funkelndes Feuerphänomen, das schnell verschwindet. Es scheint von gleicher Natur mit dem beim Chromoxydul zu seyn, denn hiebei verändert weder die Barometerprobe ihren Stand, noch das Oxydul sein Ansehen. Wenn das so behandelte Oxyd alsdann herausgenommen und und auf einem Platinblech erhitzt wird, so verwandelt es sich unter einem neuen Feuerphänomen zum Oxyd; aber das Feuer ist in diesem Falle weit weniger lebhaft, als das, was im Vacuum Statt fand.

Das Molybdänoxydulhydrat wird leicht von Säuren aufgelöst, das wasserfreie Oxyd ist in ihnen unlöslich. Das Hydrat wird weder von kaustischen noch von kohlensauren Alkalien aufgelöst, wenn aber Molybdänoxydulsalze mit kohlensaurem Ammoniak gefällt werden und man von diesem einen Ueberschuss hinzusetzt, so löst dasselbe den Niederschlag mit einer tief dunkelbraunen Farbe auf. Diese Lösung setzt beim Sieden das Aufgelöste in Form eines basischen Salzes ab.

Wenn man sublimirte oder geschmolzene Molybdänsäure mit Salzsäure übergiesst und mit Zink digerirt, so wird bei fortgesetzter Digestion die Molybdänsäure zu Oxydul reducirt, ohne dass sie aufgelöst wird. Gebraucht man hiezu die aus der Lösung des Metalles in Salpetersäure gefällte, schwach geglühte Säure, welche im Wasser sich zu kleinen seidenartig glänzenden Schuppen ausbreiten, so nehmen diese

Schuppen mit Beibehaltung ihres Glanzes und ihrer Form, eine dunkle Farbe an, ſehen in Maſſe ſchwarz aus, und ſchimmern im Sonnenlichte, wenn die Flüſſigkeit ſchnell umgerührt wird, mit einer dunkel meſſinggelben Farbe. Auf dem Filtrum ſind ſie völlig ſchwarz, ſie erhalten aber, ſobald die Flüſſigkeit abgefloſſen iſt, nach einem Augenblick eine Purpurfarbe, die ſchnell durch die ganze Maſſe hindurchgeht; bei dem Trocknen wird die Maſſe blau, aber dennoch nicht auflöslich in Waſſer. Die ſchnelle Veränderung ſcheint davon herzurühren, daſs die Schuppen die Form der Säure behalten und daſs die Räume, nachdem der Sauerſtoff fortgegangen iſt, offen bleiben und bereit ſtehen jenen bei der erſten ſich darbietenden Gelegenheit wieder aufzunehmen. Das auf dieſe Weiſe gebildete Oxydul wird nicht von Säuren gelöſt, auſser von der concentrirten Schwefelſäure, auch ſcheint es kein Hydrat zu ſeyn.

Wird ein Theil waſſerfreies Molybdänoxyd mit $\frac{3}{4}$ Thl. Molybdänpulver vermiſcht und die Miſchung, in einem gegen den Zutritt der Luft verſchloſſenen Gefäſs, bis zum Weiſsglühen erhitzt, ſo erleidet die Maſſe dennoch keine ſichtliche Veränderung. Ihre Farbe iſt grau, wie vorhin, und ich habe keinen Umſtand auffinden können, der zu zeigen vermöchte, daſs ſie Molybdänoxydul enthielt.

Einige Verſuche zur genauen Beſtimmung des Sauerſtoffgehalts in dieſem Oxydul haben kein befriedigendes Reſultat gegeben; indeſs habe ich dieſelben auch nicht hinlänglich abgeändert.

Die Molybdänoxydulſalze ſind ſchwarz oder purpurfarben und zeigen im Allgemeinen dieſelben Far-

Digitized by Google

benmflanzen, wie die Manganoxydfalze. Die meiſten haben dieſelbe aus Grün, Braun und Schwarz zuſammengeſetzte Farbe, welche eine Auflöſung von Manganoxyd in kalter Salzſäure beſitzt, ehe die Chlorentwicklung anfängt. Sie ſchmecken rein zuſammenziehend, ohne einen metalliſchen Nachgeſchmack. Ihre Auflöſungen oxydiren ſich weniger leicht als die der Oxydſalze und ſie können daher beſſer ohne Veränderung abgedunſtet werden, wie jene. Bisweilen nehmen ſie, beſonders bei Ueberſchuſs an Säuren, eine dunkle Purpurfarbe an, völlig derjenigen gleich, welche die Manganoxydſalze unter gewiſſen Umſtänden annehmen.

Schwefelſaures Molybdänoxydul erhält man, wenn das Oxydulhydrat in Schwefelſäure aufgelöſt wird. Die Löſung iſt faſt ſchwarz. Reibt man das trockne Hydrat mit concentrirter Schwefelſäure, ſo erhält man eine pechſchwarze zähe Verbindung, welche, wenn die Menge des Oxyduls hinreichend war, ein neutrales Salz iſt. Vermiſcht man dieſe Maſſe mit Waſſer, ſo wird ſie zerſetzt, ein aufgeſchwollenes baſiſches Salz wird abgeſchieden und ein Salz mit Ueberſchuſs an Säure in Waſſer gelöſt. Verdunſtet man die Löſung, ſo concentrirt ſie ſich zu einer ſchwarzen, zähen, nicht kryſtalliniſchen Maſſe. Man erhält dieſelbe Verbindung, wenn verdünnte Schwefelſäure mit Oxydulhydrat geſättigt wird, welches, wenn man es in Ueberſchuſs anwendet, in ein baſiſches Salz verwandelt wird. Schwefelſaures Ammoniak wird nicht vom ſalzſauren Molybdänoxydul getrübt. Verſucht man nach dem Einkochen des ſchwefelſauren Salzes dieſes dadurch neutral zu machen, daſs man die über-

Digitized by Google

ſchüſſige Schwefelſäure in einer paſſenden Temperatur abraucht, ſo entwickelt ſich ſchwefligſaures Gas und man erhält ſchwefelſaures Molybdänoxyd, welches ſich im Waſſer mit rother Farbe auflöſt. Setzt man die Hitze weiter fort, ſo wird das Salz blau. Aus einer Auflöſung von ſchwefelſaurem Molybdänoxydul fällt Ammoniak das erwähnte baſiſche Salz mit graubrauner Farbe. Wird das neutrale Salz mit einem Ueberſchuſs von Schwefelſäure vermiſcht und ſich ſelbſt überlaſſen, ſo nimmt es eine Purpurfarbe an.

Salpeterſaures Molybdänoxydul wird erhalten, wenn das Hydrat, feucht, oder im luftleeren Raum getrocknet, in verdünnter Salpeterſäure aufgelöſt wird. Die Auflöſung hat die dunkle Farbe der Salze, die aber bald ins Purpurne übergeht. Wird die Säure mit feuchtem Hydrat in Ueberſchuſs geſättigt, ſo bildet ſich ein baſiſches Salz; aber dieſe Verbindungen erhalten ſich nicht lange, ſie verlieren allmälig ihre Farbe und auf Koſten der Salpeterſäure wird Molybdänſäure gebildet.

Salzſaures Molybdänoxydul, richtiger *Molybdänchlorur*, erhält man, wenn das Oxydulhydrat bis zur vollen Sättigung in Salzſäure aufgelöſt wird. Die Auflöſung iſt ſehr dunkel und nur gegen die Lichtflamme durchſichtig, wo ſie mit einer rothbraunen Farbe erſcheint. Die Auflöſung zieht keine Purpurfarbe an. Sie hinterläſst nach dem Verdunſten eine ſchwarze, zähe, und endlich zerborſtene Maſſe, von der das Meiſte wieder in Waſſer gelöſt wird. Im luftleeren Raum erhitzt giebt ſie Waſſer und Salzſäure und hinterläſst ein ſchwarzes, in Waſſer unlösliches, Pulver,

Digitized by Google

welches dennoch Salzsäure, oder richtiger eine Verbindung von Oxydul mit dem Chlorur enthält.

Leitet man Molybdänchlorid in Gasform über gepülvertes Molybdänmetall, das nahe bis zum Glühen erhitzt wurde, so wird ein Theil des Chlorids vom Molybdänpulver absorbirt und in eine zusammengebackne, nach dem Erkalten, dunkelrothe Masse verwandelt. Uebergiesst man diese mit Wasser, so wird darin eine geringe Quantität Molybdänchlorur aufgelöst, das Wasser schwach purpurn gefärbt, und Oxydul durch Ammoniak daraus gefällt. Weder siedend heisses Wasser, noch warme Salzsäure lösen mehr davon auf, und jener rothe Stoff wird zwar von diesen verringert, bleibt aber unverändert. Digerirt man ihn mit Kalihydrat, so wird er schwarz und das Kali enthält alsdann Salzsäure. Die schwarze Masse ist Oxydulhydrat, und wird mit schwarzbrauner Farbe von Salzsäure gelöst. — Ein Theil dieses rothen Stoffes wurde im luftleeren Raum erhitzt, bei einer Hitze, welche das Glas ohne zusammengedrückt zu werden ertragen konnte. Dabei wurde ein geringer dunkelgrüner Sublimat erhalten, welcher sich im Wasser mit grünlich schwarzbrauner, der Lösung des Hydrates in Salzsäure ähnlicher Farbe auflöste, und von Ammoniak mit schwarzer Farbe gefällt wurde. Dieses Sublimat entsprach folglich demjenigen salzsauren Oxydulsalze, das auf nassem Wege erhalten wird. Ein anderer Theil des rothen Körpers wurde in eine an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre gethan, welche man alsdann einen Zoll weit von diesem Ende zu einer feinen Spitze auszog um den Luftwechsel in der Röhre zu verhindern. Darauf wurde der rothe Körper bis zur

Digitized by Google

Schmelzhitze des Gafes erhizt, wobei er in Form einer verworren kryſtalliſirten, dunkel ziegelrothen Maſſe ſublimirte. Als dieſe, nach dem Erkalten, mit Waſſer ausgezogen und behandelt wurde, löſte daſſelbe eine kleine Menge Chlorid auf, mit Zurücklaſſung des rothen Sublimats. In einem Verſuch gab dieſes Sublimat dem Waſſer eine ſchwache Roſenfarbe; das Waſſer wurde jedoch bald trübe und ſezte einen Stoff ab, der dem Sublimate ſelbſt ähnlich ſah. Dieſes wurde auf die Länge in geringer Menge und mit grünbrauner Farbe in Waſſer gelöſt. Eine Portion des Sublimates wurde mit kauſtiſchem Natron zerſetzt und darauf die übrigbleibende ſchwarze Oxydulmaſſe mit Salzſäure behandelt; ſie löſte ſich darin ohne Rückſtand und die Löſung gab Oxydul mit kauſtiſchem Ammoniak. Wäre der rothe Sublimat ein Subchlorur geweſen, d. h. hätte er einem niederen Oxydationsgrad als dem Oxydule entſprochen, ſo würde bei Auflöſung des Oxyduls in Säure Molybdänmetall zurückgeblieben ſeyn. Da dieſes aber nicht geſchah, ſo iſt klar, daſs dieſer rothe Stoff auch Molybdänchlorur iſt und daſs er ſich zu ſeiner löslichen Abänderung eben ſo verhält, wie das ihm im Anſehen völlig gleiche, auf trocknem Wege bereitete, unlösliche, rothe Chromchlorur zu ſeiner im Waſſer auflöslichen grünen Modification.

Verdunſtet man eine Auflöſung von Molybdänchlorur, das durch Einwirkung von Kaliumamalgam gebildet worden iſt, ſo erhält man ein völlig ſchwarzes Salz, welches efflorescirt; dieſes iſt ein Doppelſalz von Chlorkalium mit Molybdänchlorur. Bei Wiederauflöſung bleibt ein ſchwarzes Pulver zurück,

Digitized by Google

wahrſcheinlich ein baſiſches Salz, das durch einen bei Reduction hinzugekommenen Ueberſchuſs von Kali entſtanden iſt. Auch mit Chlorammonium wird ein dunkles kryſtalliſirendes Doppelſalz erhalten.

Molybdänjodur erhält man, wenn das Oxydulhydrat bis zur völligen Sättigung in Hydriodſäure aufgelöſt wird. Es gleicht in allen Theilen dem löslichen Chlorur. Auf trocknem Wege wirkt das Jod nicht auf Molybdänmetall, ſelbſt dann nicht, wenn das letztere in dem Gaſe des erſteren geglüht wird.

Fluſsſpathſaures Molybdänoxydul oder *Molybdän-Fluorur* erhält man, wenn das Oxydulhydrat in Fluſsſpathſäure aufgelöſt wird. Die Auflöſung hat eine ſchöne purpurrothe Farbe, ähnlich der von wolframſaurem Molybdänoxyd, doch bedeutend heller. Bei gelinder Wärme trocknet ſie zu einem purpurrothen Firniſs ein, der bei ſtärkerer Wärme die Purpurfarbe verliert, braun wird und ſich alsdann nicht vollkommen in Waſſer auflöſt.

Fluſsſpathſaures Molybdänoxydul - Kali erhält man, wenn die Auflöſung des vorhergehenden Salzes, mit einer Auflöſung von fluſsſpathſaurem Kali vermiſcht wird. Es fällt ſich in Form von blaſs roſenrothen Flocken. Bei freier Salzſäure wird es in Waſſer gelöſt und es ſetzt ſich alsdann während des Abdunſtens, oder beim Erkalten, in Form eines dunklen roſenrothen Pulvers ab, das beim Trocknen bleicher wird.

Das Doppelſalz mit Natron iſt leichter löslich. Es ſetzt ſich beim Abdunſten in Form eines roſenfarbigen kryſtalliniſchen Pulvers ab.

Digitized by Google

Das Doppelſalz mit Ammoniak gleicht vollkommen dem mit Kali.

Fluſsſpathſaures Kieſel-Molybdänoxydul iſt in einem Ueberſchuſs von Säure auflöslich. Es trocknet bei freiwilligem Verdunſten nicht ein. In der Wärme geht der Ueberſchuſs von Säure fort und die neutrale Verbindung bleibt mit ſchwarzer Farbe zurück. Ammoniak fällt aus der Auflöſung einen dunkelbraunen flockigen Stoff, der *kieſelſaures Molybdänoxydul* iſt. Es wird, wie das Oxydſalz, in der ammoniakaliſchen Flüſſigkeit mit Hinterlaſſung von Kieſelſäure zerſetzt.

Phosphorſaures Molybdänoxydul wird gefällt, wenn man eine Auflöſung von Molybdänchlorur mit einer Auflöſung von phosphorſaurem Natron zerſetzt. Der Niederſchlag löſt ſich anfänglich wieder auf, wird aber bald beſtändig. Die Farbe deſſelben iſt dunkelgrau. Wird das Oxydulhydrat in Phosphorſäure aufgelöſt, ſo erhält man ein ſaures Salz, welches beim Abdunſten eine dunkle Purpurfarbe annimmt und hiernach eine zerfließende ſyrupsartige Maſſe bildet. Kauſtiſches Ammoniak löſt das ſaure Salz mit einer ſo tiefen Farbe auf, daſs die Flüſſigkeit ſchwarz iſt, aber gegen die Flamme eines Lichtes erſcheint dieſelbe tief dunkelbraun.

Arſenikſaures Molybdänoxydul verhält ſich ganz wie das vorhergehende Salz.

Chromſaures Molybdänoxydul ſcheint es nicht zu geben. Bei Vermiſchung von chromſaurem Kali mit dem Chlorur entſteht ein baſiſches chromſaures Molybdänoxydſalz, und Chromchlorur wird mit grüner Farbe in der Flüſſigkeit aufgelöſt.

Digitized by Google

Kohlenſaures Molybdänoxydul kann wenigſtens nicht auf naſſem Wege dargeſtellt werden.

Borſaures, *eſſigſaures*, *bernſteinſaures*, *oxalſaures* und *weinſaures Molybdänoxydul* ſind ſämmtlich unlöslich und bilden dunkelgraue Niederſchläge, welche beim Trocknen ſchwarz werden. Sie löſen ſich in geringer Menge in einem Ueberſchuſs ihrer Säuren auf.

Oxalſaures Molybdänoxydul-Kali bildet ein in Waſſer auflösliches purpurfarbenes Doppelſalz.

Weinſäure, *Kali und Molybdänoxydul* bilden ein in Waſſer träglösliches Doppelſalz, welches vom Ammoniak mit dunkler Purpurfarbe aufgelöſt wird und ſich daraus wieder niederſchlägt, wenn das Ammoniak verdunſtet. Am Leichteſten erhält man dieſes Salz, wenn Molybdänſäure in ſaurem weinſauren Kali gelöſt, und darauf die Auflöſung mit Zink digerirt wird, welches dieſes zum Oxydſalz reducirt. Setzt man nun ein wenig Salzſäure hinzu, ſo wird das Oxyd zum Oxydul reducirt, und wenn man die Wirkung des Zinkes fortdauernd erhält, nachdem die Säure geſättigt iſt, ſo fällt ein Doppelſalz, als ſchwarzes Pulver, nieder, welches auf ein Filtrum gebracht, nachdem das Zinkſalz durchgegangen iſt, dem Waſchwaſſer eine Purpurfarbe ertheilt. In einem offenen Gefäſse verbrannt, hinterläſst dieſes, geſchmolzenes molybdänſaures Kali.

Eiſencyanurtes Molybdäncyanur erhält man, wenn ein Oxydulſalz mit einer Auflöſung von Cyan-Eiſen-Kalium gefällt wird. Der Niederſchlag iſt dunkelbraun, an Farbe dem gleich, welchen man mit dem Oxydſalz erhält; er unterſcheidet ſich aber von

Digitized by Google

dieſem dadurch, daſs er in einem Ueberſchuſs des Fällungsmittels mit tief dunkelbrauner Farbe auflöslich iſt. Er iſt auch im kauſtiſchen Ammoniak mit dunkelbrauner Farbe auflöslich. Dieſe Auflöſung wird von Salmiak gefällt, welcher daraus die Cyanverbindung abzuſcheiden ſcheint, deren Farbe der Niederſchlag beſitzt; die darüberſtehende Flüſſigkeit hat eine ſchwache Purpurfarbe.

Molybdänſäure und Salze, in welchen dieſe Baſis iſt.

Die Molybdänſäure iſt ihrem Verhalten nach ziemlich wohl bekannt, jedoch hat man vielleicht zu wenig Aufmerkſamkeit verwandt auf deren Eigenſchaft, ſich mit Säuren zu verbinden, gegen welche ſie die Rolle einer Baſis ſpielt und von welchen ſie aufgelöſt wird, beſonders wenn molybdänſaure Salze durch in Ueberſchuſs hinzugeſetzte Säuren zerlegt werden.

Die Molybdänſäure ſcheint ſich nicht chemiſch mit dem Waſſer zu vereinigen, d. h. keine waſſerhaltige Säure zu bilden. Wenn Molybdän oder deſſen Oxyd mit Salpeterſäure oxydirt wird, ſo löſt die letztere zuerſt Molybdänſäure auf, die Flüſſigkeit wird dabei gelb, trübt ſich aber bald, ſowohl bei Erhitzung als bei freiwilligem Verdunſten, und ſetzt Molybdänſäure in Geſtalt eines weiſsen Pulvers ab. Bringt man ſie auf ein Filtrum, wäſcht und trocknet ſie, ſo hat man einen zart zertheilten weiſsen Stoff, welcher beim Glühen ein Paar Procent Feuchtigkeit abgiebt, die keine freie Säure enthält. Die geglühte Maſſe fühlt ſich ſanft an, wie Talk, und kann auf die Haut ausgeſtrichen werden.

Digitized by Google

In dem Zuſtand, worin man die Molybdänſäure erhält, wenn ſie ſich aus der Salpeterſäure abſetzt, wird ſie von anderen Säuren mit ziemlicher Leichtigkeit aufgelöſt, dahingegen ſie nach dem Glühen oder Schmelzen von anderen Säuren nicht gelöſt wird.

Ich werde hier eine Klaſſe von Salzen beſchreiben, welche man auch Doppelſäuren nennen kann, weil ſie ſich als ſolche gegen Alkalien verhalten, welche aber dennoch ſo ſehr den Metallſalzen im Allgemeinen gleichen, daſs man kaum vermuthen ſollte, es wäre eine Säure ihre Baſis.

Schwefelſaure Molybdänſäure giebt eine gelbe Auflöſung, die zu einer citronengelben Maſſe eintrocknet, worauf bloſs ein Theil wieder in Waſſer aufgelöſt wird. An der Luft zerflieſst die Maſſe wieder und die Kryſtalle verſchwinden. Wenn die geſättigte Auflöſung mit einem Ueberſchuſs von Molybdänſäure gekocht wird, ſo erhält man eine trübe milchichte Flüſſigkeit, die beim Erkalten gelatinirt und einen hellgelben flockigen Stoff abſetzt, den man mit einem baſiſchen Salze vergleichen kann. Dieſer iſt bis zu einem gewiſſen Grad in Waſſer auflöslich, aber unlöslich in Weingeiſt, von welchem er deſſenungeachtet grün gefärbt wird.

Salpeterſäure ſcheint mit Molybdänſäure keine Verbindung einzugehen, die in feſter Geſtalt erhalten werden kann.

Salzſaure Molybdänſäure, richtiger *Molybdänſuperchlorid*, erhält man, wenn die Molybdänſäure in Salzſäure aufgelöſt wird. In feſter Form erhält man dieſe Verbindung, wenn waſſerfreies Molybdänoxyd in einem Strom von Chlorgas gelinde erhitzt

Digitized by Google

wird. Die Farbe des Chlorgaſes verſchwindet und ein weiſser, ſich etwas ins Gelbe ziehender Schnee von Kryſtallſchuppen fällt rund umher nieder. Es bleibt Molybdänſäure zurück. Das Superchlorid iſt weniger flüchtig als das Chlorid; aber bei einer noch nicht bis zum Glühen reichenden Temperatur wird es mit Leichtigkeit ſublimirt. Es ſchmilzt nicht. Es wird leicht und ohne Rückſtand im Waſſer aufgelöſt, ſelbſt in ſehr geringen Mengen deſſelben. Es iſt auch löslich im Weingeiſt. Es beſitzt einen ſcharfen, zuſammenziehenden, hintennach ſäuerlichen Geſchmack.

Mit *Hydriodſäure* vereinigt ſich die Molybdänſäure nicht, ſondern dieſe zerſetzt jene, ſcheidet Jod ab, und giebt eine anfangs grüne und hernach blaue Flüſſigkeit. Daſſelbe geſchieht auch, wenn man Hydriodſäure zu einem molybdänſauren Salze hinzuſetzt; es ſcheint alſo kein Superjodid dargeſtellt werden zu können.

Phosphorſaure Molybdänſäure. Wenn man Molybdänſäure, noch feucht, in Phosphorſäure einträgt, ſo wird ſie ſogleich citronengelb. Mit Hülfe der Wärme löſt ſie ſich alsdann auf. Die filtrirte Flüſſigkeit iſt farblos und hinterläſst nach dem Verdunſten eine waſſerklare, zähe Maſſe, die keine Zeichen von Kryſtalliſation zeigt und einen ſtark zuſammenziehenden Geſchmack beſitzt. Sie wird ſowohl vom Waſſer als vom Weingeiſt leicht aufgelöſt. Der letztere löſt ſie mit gelber Farbe, wird blau beim Verdunſten und hinterläſst einen braunen undurchſichtigen Rückſtand, der ſich im Waſſer mit blauer Farbe auflöſt. Wird Molybdänſäure in Ueberſchuſs mit Phosphor-

Digitized by Google

ſäure digerirt, ſo wird die letztere ausgefällt und bildet mit der Molybdänſäure ein citronengelbes, ſo zu ſagen baſiſches, in Waſſer unlösliches, Salz.

Arſenikſaure Molybdänſäure giebt auf gleiche Weiſe eine farbloſe Auflöſung und ein citronengelbes baſiſches Salz. Die Auflöſung kryſtalliſirt, nachdem ſie bis zur Syrupconſiſtenz verdunſtet worden iſt. Weingeiſt zerſetzt die Kryſtalle und ſcheidet einen weiſsen flockigen Stoff ab, welchen er gleichwohl ſpäterhin auflöſt. Während des Verdunſtens wird die Löſung blau und ſchieſst alsdann nicht mehr beim Eintrocknen an.

Borſaure Molybdänſäure. Borſäure löſt die Molybdänſäure beim Kochen auf. Wird ein Ueberſchuſs von der letzteren hinzugeſetzt, ſo wird dieſe undurchſichtig und klebrig wie Terpentin. Die Auflöſung wird beim Erkalten milchig. Die filtrirte Flüſſigkeit iſt farblos und giebt nach dem Verdunſten ein kryſtalliſirtes, farbloſes Salz. Weingeiſt zerſetzt die Kryſtalle, ſcheidet ein gelbes Pulver ab, und löſt Borſäure, mit ſehr wenig Molybdänſäure, auf.

Chromſaure Molybdänſäure. Die Chromſäure *) löſt Molybdänſäure beim Kochen. Die Auflöſung iſt gelb. Setzt man Molybdänſäure in Ueberſchuſs hinzu, ſo wird dieſe zu einer gelben durchſichtigen Gallerte. Die filtrirte Auflöſung verdunſtet, hinterläſst einen gelbbraunen durchſichtigen, nicht kryſtalliſirenden Firniſs. Waſſer zerſetzt dieſen in einen leichtlöslicheren bräunlichen und in einen andern blaſsgelben pulverförmigen Theil, welcher jedoch auch

*) Bereitet aus flufsſpathſaurer Chromſäure.

Digitized by Google

hernach aufgelöſt wird, obgleich er mehr Waſſer gebraucht.

Kieſelhaltige Fluſsſpathſäure löſt die Molybdänſäure mit gelblicher Farbe auf. Die eingetrocknete Auflöſung bildet einen citronengelben, nicht durchſichtigen Stoff, welcher ſich gröſstentheils mit gelber Farbe wieder in Waſſer auflöſt, während daſs eine baſiſche Verbindung im Waſſer ungelöſt zurückbleibt.

Eſſigſaure Molybdänſäure erhält man, wenn Molybdänſäure durch Kochen in Eſſigſäure gelöſt wird. Ein Ueberſchuſs von der erſteren macht die Auflöſung trübe und michig. Die geklärte Flüſſigkeit giebt nach Verdunſtung eine farbloſe Gallerte, welche hernach ohne weiteres Eintrocknen gelb wird und zu einem gröblichen gelben Pulver zerſpringt, das in ſehr geringer Menge und mit gelber Farbe vom Waſſer gelöſt wird.

Oxalſaure Molybdänſäure erhält man leicht, wenn beide Säuren zuſammen digerirt werden. Die Auflöſung iſt farblos und ſelbſt ein Ueberſchuſs von Molybdänſäure wird nicht einmal gefärbt. Die Auflöſung giebt beim Verdunſten eine farbloſe Gallerte, welche ohne weiteres Eintrocknen kryſtalliniſch wird. Das Salz löſt ſich vollkommen und mit gelber Farbe im Spiritus.

Saures oxalſaures Kali vereinigt ſich mit der Molybdänſäure zu einem nicht kryſtalliſirenden Doppelſalze.

Weinſaure Molybdänſäure iſt ein farbloſes, nicht kryſtalliſirendes Salz. In meinen Verſuchen wurde die Löſung ſtets blau beim Verdunſten. Ich muſs es unausgemacht laſſen, ob dieſes von irgend einer Bei-

Digitized by Google

mengung der Weinsäure herrührte. Die Verbindung wird vollkommen von Weingeist gelöst.

Saures weinsaures Kali ist das beste Lösungsmittel für Molybdänsäure, und löst beim Kochen auch die geschmolzene und sublimirte Säure auf. Die Auflösung trocknet zu einer gummiähnlichen Masse ein.

Bernsteinsaure Molybdänsäure wird durch Digestion beider Säuren mit Wasser erhalten. Die Lösung ist farblos, giebt aber nach dem Verdunsten gelbe Krystalle. Alkohol scheidet aus diesen ein gelbes Pulver ab und löst meist nur Bernsteinsäure auf.

Eisencyanurtes Molybdänsupercyanid erhält man, wenn eine Auflösung der vorhergehenden Salze mit Cyan-Eisen-Kalium gefällt wird. Der Niederschlag ist rothbraun, gleich dem mit dem Oxyde und dem Oxydule, aber von einer helleren rothen Farbe. Er löst sich mit dunkelrothbrauner Farbe in einem Ueberschuss von Cyan-Eisen-Kalium auf, und gleicht darin dem vom Cyan-Eisen-Kalium mit den Oxydulsalzen hervorgebrachten Niederschlag; er unterscheidet sich aber von diesem durch sein Verhalten zu Ammoniak, welches denselben in einem Augenblick und ohne alle Farbe auflöst, aus einem Grunde, der leicht einzusehen ist.

Blaues Molybdänoxyd und blaue Molybdänsalze.

Bucholz fand, dass, wenn man Molybdänsäure mit metallischem Molybdän oder selbst mit Molybdänoxyd zusammenreibt und die Mischung alsdann mit Wasser kocht, eine blaue Flüssigkeit erhalten wird, welche auf Lackmuspapier als eine Säure reagirt, stärker als die Molybdänsäure, weshalb er sie in der von

Digitized by Google

ihm veranſtalteten Ausgabe von *Gren's Grundriſs der Chemie* als eine eigenthümliche Säure aufführte, die er *molybdänige Säure* nannte, und von der er zugleich einige Salze beſchrieb.

Da, wie wir aus dem Vorhergehenden geſehen haben, das Verhältniſs zwiſchen dem Sauerſtoff in dem Molybdänoxyd zu dem in der Molybdänſäure iſt: = 2 : 3, ſo ſcheint daraus zu folgen, daſs das Molybdän keine unvollkommene Säure haben kann, wenn dieſe nicht gleich der Unterſchwefelſäure zuſammengeſetzt iſt aus *zwei* Atomen Molybdän und *fünf* Atomen Sauerſtoff. Als ich um die Sättigungscapacität dieſer vermeintlichen Säure zu entdecken, dieſelbe mit Kali ſättigte, fand ich, daſs ſie durchaus keine eigne Salze hervorbringt, ſondern in Molybdänoxydhydrat und in molybdänſaures Alkali zerlegt wird. Bucholz hatte daſſelbe Reſultat erhalten, aber erſt dann, als er die mit Alkali vermiſchte blaue Auflöſung erwärmte. Dieſes ſetzt wieder voraus, daſs er eine ſehr verdünnte Flüſſigkeit anwandte und ſehr wenig Alkali hinzuſetzte, weil dieſe alsdann nicht auf einander wirken, als bis ſie erhitzt werden. Er ſchloſs aus ſeinen Verſuchen, daſs das molybdänigſaure Alkali in der Wärme auf Koſten der Luft zerlegt, und eine höhere Oxydationsſtufe gebildet werde, die ſich mit gelber Farbe niederſchlage. Daraus ſieht man, daſs ſein viertes Oxyd nichts anderes war, als Molybdänoxydhydrat. Bucholz wurde noch weiter zu dieſer Vermuthung verleitet, dadurch, daſs er aus einer Auflöſung in Salpeterſäure daſſelbe gelbe Oxyd erhielt, deſſen Verhalten er jedoch ſo verwickelt fand, daſs er die Ausmittlung deſſelben der Zukunft überlieſs. Die

Digitized by Google

molybdänigsauren Salze, welche er einige Jahre hernach in seiner Ausgabe von Gren's Chemie beschrieb, habe ich nicht erhalten können.

Da das blaue Oxyd von Alkalien in Molybdänsäure und Molybdänoxyd zerlegt wird, so muss es auch aus diesen auf einem weniger beschwerlichen Wege als dem von Bucholz angegebenen, zusammengesetzt werden können. Ich löste deshalb molybdänsaures Ammoniak, das unter freiwilligem Verdunsten angeschossen war, (d. h. das Bimolybdat $\dot{N}H^6\dddot{M}o^2 + 2\,Aq$) auf und vermischte es mit einer Auflösung von Molybdänchlorid. Die Flüssigkeit wurde sogleich dunkelblau und das blaue Oxyd niedergeschlagen. Enthielt die Flüssigkeit einen Ueberschuss von molybdänsaurem Ammoniak, so ging sie hellblau durch das Filtrum, war dagegen das Chlorid im Ueberschuss, so hatte die durchgehende Flüssigkeit eine grüne Farbe. Der auf dem Filtrum gebliebene Niederschlag glich völlig dem Indigo; er konnte mit Salmiakwasser ausgewaschen werden, und dieß wurde sehr unbedeutend davon gefärbt; aber der Salmiak liess sich hernach nicht mit Alkohol wegnehmen, weil die blaue Verbindung in diesem auflöslich ist, obgleich nicht so stark als im Wasser. Sie wird sehr langsam im kalten Wasser aufgelöst, so dass der Salmiak auf diese Weise mit einigem Verlust von der blauen Verbindung meistentheils ausgewaschen werden kann; die durchgehende Flüssigkeit wird dennoch so gesättigt blau, dass sie undurchsichtig ist. Wenn das gewaschene Oxyd auf Fliesspapier abgetröpfelt ist, und alsdann bei gelinder Wärme getrocknet wird, so er-

Digitized by Google

hält man es in feſter Geſtalt gänzlich unverändert und im Anſehen den reineren Sorten von Indigo ſo ähnlich, daſs es im Aeuſsern nicht von dieſen unterſchieden werden kann. Es behält ſeine Löslichkeit in Waſſer unverändert. In dieſem Zuſtande enthält es chemiſch gebundenes Waſſer, was es bei Erhitzung im luftleeren Raum abgiebt, während es ſich in ein faſt ſchwarzes Pulver verwandelt. Das Waſſer färbt ſich hernach blau davon, aber unbedeutend, und Säuren ziehen Molybdänſäure daraus mit gelber Farbe. — Das waſſerhaltige blaue Oxyd wird von ſiedend heiſsem Waſſer in einem weit gröſseren Verhältniſs gelöſt, als vom kalten Waſſer, und ohne daſs die Löſung beim Erkalten etwas abſetzt. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft bleibt die Löſung unverändert, wenigſtens auf die Zeit von einigen Monaten, während der ich ſie aufbewahrt habe. Beim Verdunſten in der Wärme bleicht ſie ohne Unterlaſs, obgleich die letzten Portionen vom blauen Oxyd ſich lange erhalten. Vermiſcht man die blaue Auflöſung mit Salmiakpulver, ſo wird das blaue Oxyd gefällt, in dem Maaſse, als ſich das Salz auflöſt, aber ſelbſt die mit Salmiak geſättigte Flüſſigkeit hat noch eine blaue Farbe. Daraus folgt, daſs je reicher an Salz die Flüſſigkeit iſt, in der das blaue Oxyd gebildet wird, dieſes um deſto vollſtändiger gefällt wird; dahingegen wird eine verdünnte Flüſſigkeit blau, ohne daſs ein Niederſchlag entſteht. Da in dem molybdänſauren Ammoniak, das zur Fällung des Oxydes angewandt wurde, die Molybdänſäure ſechs Mal ſoviel Sauerſtoff enthält, als in der Baſis vorausgeſetzt wird, ſo muſs das blaue Oxyd, das durch einen einfachen Austauſch gebildet worden, aus

Digitized by Google

einem Atome Molybdänoxyd und *vier* Atomen Molybdänſäure $= \dot{M}o + 4\,\dddot{M}o$ beſtehen. Um auch durch einen analytiſchen Verſuch dieſe Zuſammenſetzung zu beſtätigen, zerlegte ich eine Portion von gut ausgewaſchenem und in Waſſer aufgelöſtem blauen Oxyd durch kauſtiſches Ammoniak, brachte das gefällte Oxydhydrat auf ein Filtrum und ſüſste es mit Salmiakwaſſer aus. Die durchgegangene Flüſſigkeit, welche Molybdänſäure enthielt, wurde abgedunſtet, bis daſs aller Ueberſchuſs von Ammoniak in der verdünnten warmen Flüſſigkeit für den Geruch verſchwunden war, worauf ſie mit Chlorbarium gefällt, und der gebildete molybdänſaure Baryt, der im Waſſer unlöslich iſt, aufs Filtrum gebracht, gewaſchen, geglüht und gewogen wurde. Das Oxydhydrat wurde in Salpeterſäure aufgelöſt, in Molybdänſäure verwandelt, dieſe mit Ammoniak geſättigt, verdunſtet bis in der verdünnten Auflöſung der Geruch verſchwunden war, und alsdann mit Chlorbarium gefällt. Die von dem Oxyd erhaltene molybdänſaure Baryterde verhielt ſich zu dem von der Molybdänſäure gebildeten, dem Gewichte nach, wie $= 1 : 4$, wodurch folglich die Analyſe das Reſultat der Syntheſe beſtätigte. Das blaue Oxyd iſt alſo: *doppelt molybdänſaures Molybdänoxyd* *).

*) Dieſer Verſuch erklärt auch das Verhalten des blauen Wolframoxydes, welches bei ſeiner Oxydation zur Säure ſo unbedeutend an Gewicht zunimmt, daſs es nicht mit einiger Wahrſcheinlichkeit für eine eigene Oxydationsſtufe angeſehen werden kann. Wenn daſſelbe nämlich $\ddot{W} + 4\,\dddot{W}$ iſt, ſo braucht es nur $1\frac{1}{8}$ pr. Ct. Sauerſtoff aufzunehmen um Wolframſäure zu werden.

Digitized by Google

Dieſs iſt jedoch nicht das einzige Verhältniſs, worin die Molybdänſäure mit dem Oxyd vereinigt werden kann. Um auf einem anderen als dem angeführten Wege das blaue Oxyd zu analyſiren, vermiſchte ich bei einem Verſuche 2 Thl. Molybdänpulver mit 1 Thl. Molybdänſäure und mit ſehr vielem Waſſer, und ſetzte die Miſchung in einer hermetiſch verſchloſſenen Flaſche einer Temperatur aus, die nach der verſchiedenen Zeit des Heizens zwiſchen + 40° und + 60° ſchwankte. Die Flüſſigkeit wurde blau in den erſten Stunden. Nach ein Paar Tagen hatte die blaue Farbe das Maximum ihrer Intenſität erreicht, und nach 4 Tagen war ſie in ein dunkles Grün übergegangen, welches ſich dann nicht mehr veränderte. Sie enthielt jetzt ein grünes (olivenfarbenes) Oxyd, welches durch Auflöſen von Salmiakpulver in der Flüſſigkeit völlig niedergeſchlagen werden konnte, und beim Waſchen mit reinem Waſſer wieder aufgelöſt wurde. — Wenn eine Miſchung von Molybdänchlorid und blauem Oxyd mit Ammonik gefällt wird, ſo erhält man einen völlig gleichen Niederſchlag, der aber beim Auswaſchen mit reinem Waſſer zuerſt eine blaue Flüſſigkeit giebt und das Oxydhydrat zurückläſst, das hernach allein gelöſt wird. Ich habe die Zuſammenſetzung dieſes grünen Oxydes nicht unterſucht. Dieſs ſcheint anzudeuten, daſs man es als neutrales molybdänſaures Molybdänoxyd betrachten könne.

Auch dieſes iſt von Bucholz beobachtet worden. Es iſt ſein fünftes Oxyd. Es bildete ſich, als er die Auflöſung des blauen Oxydes mit Molybdänpulver in einem offenen Gefäſse digerirte; er hatte bemerkt, daſs

Digitized by Google

die Auflöſung ihre Farbe beim Verdunſten verlor und ſetzte Molybdän hinzu, um die wieder gebildete Säure zu reduciren. Dieſs führte ihn zu der Vermuthung, daſs nicht eine, durch das hinzugeſetzte Molybdän erzeugte, Reduction, ſondern eine Oxydation auf Koſten der Luft, die Urſache zur Bildung deſſelben war.

Aus dem, was ich jetzt über die Oxydationsſtufen des Molybdäns angeführt habe, halte ich es für bewieſen, daſs dieſes Metall nur *drei* bekannte Oxydationsſtufen hat: *Oxydul*, *Oxyd* und *Säure;* daſs Buchholz's *erſtes* Oxyd ſchwerlich etwas anderes, als angelaufenes Metall iſt, weil das Oxydul auf trocknem Wege nicht gebildet wird; daſs das *zweite* waſſerfreies Molybdänoxyd iſt, das *dritte:* doppelt molybdänſaures Molybdänoxyd, das *vierte:* Molybdänoxydhydrat, und das *fünfte:* molybdänſaures Molybdänoxyd, aller Wahrſcheinlichkeit nach in gleichem Sättigungszuſtande mit den neutralen molybdänſauren Salzen.

Die Neigung der Molybdänoxydſalze, durch Oxydation blau oder grün zu werden, ſo wie die der Salze, in denen Molybdänſäure die Baſis iſt, durch Reduction, z. B. durch Zuſatz von Alkohol oder ein wenig Molybdänmetall, nach Umſtänden blau oder grün zu werden, zeigt, daſs dieſe Salze eine Anlage haben Doppelſalze zu bilden, in welchen die Säure und das Oxyd vom Molybdän die beiden Baſen ſind, eine Klaſſe von Doppelſalzen, von denen wir ſchon beim Eiſen einige analoge Beiſpiele kennen. Die blauen Doppelſalze werden vorzugsweiſe gebildet. Ich habe dieſe Salze nicht mit beſonderer Aufmerkſamkeit unter-

Digitized by Google

ſucht; alles, was ich in Bezug auf ſie beobachtet habe, iſt: daſs ſie, auſser der Farbe, auch hinſichtlich ihrer Löslichkeit in Waſſer, ihrem Vermögen zu kryſtalliſiren u. ſ. w. ganz verſchieden ſind von den beiden Salzen, aus welchen ſie beſtehen. Sie verdienen gewiſs näher gekannt zu werden, aber das Studium derſelben hätte mich weiter ins Detail geführt, als meine Zeit erlaubte.

Die Verſuche, welche ich über das Schwefelmolybdän angeſtellt habe, werden in einer Abhandlung, über die Schwefelſalze, der K. Akademie vorgelegt werden. [Sie iſt die dritte in dieſem Hefte. *P.*]

Digitized by Google

II.

Unterſuchung über das Brechungsvermögen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten;

von

Herrn Dulong *).

Die Aufſuchung der Urſachen faſt aller phyſikaliſchen Erſcheinungen führt unvermeidlich zu irgend einer Hypotheſe über die innere Conſtitution der Körper. Selbſt Newton, dem man gewiſs nicht vorwerfen kann, daſs er leichtſinnig Hypotheſen angenommen habe, läſst ſich bei einigen ſeiner Arbeiten auf mehr oder weniger wahrſcheinliche Vermuthungen über die Anordnung der letzten Theilchen der Materie ein. Es war indeſs zu fürchten, daſs alle dieſe, ihrer Natur nach ſehr vagen, Schöpfungen des Geiſtes niemals Beſtimmtheit genug erreichen würden, um bündigen und ſtrengen Beweiſen unterworfen zu werden. Eine neue Klaſſe von Thatſachen aber, die wir den Fortſchritten der heutigen Chemie verdanken, erlaubt uns zu hoffen, daſs die Corpuscularphyſik bald Elemente beſitzen werde, die einer numeriſchen Berechnung fähig ſind. Schon haben die Geſetze bei den Verhältniſſen der chemiſchen Verbindungen Mittel geliefert, die Maſſenverhältniſſe der materiellen Molekule zu beſtimmen. Durch Uebertragung dieſer Vorſtellungen auf das Studium einiger Wärmeerſchei-

*) Annales de Chim. et Phys. XXXI. 154.

nungen, haben Petit und ich gezeigt *), dafs, wenn die ſpecifiſche Wärme, nicht wie ſonſt geſchah in Bezug auf die Einheit des Gewichtes, ſondern in Bezug auf jedes der verſchiedenartigen Molekel für ſich, gemeſſen wird, man ſogleich einfache Verhältniſſe und einen nothwendigen Zuſammenhang entdeckt, zwiſchen Eigenſchaften, die bisher als auſser aller Verbindung ſtehend betrachtet wurden.

Die ſeit langer Zeit zwiſchen den Haupterſcheinungen der Wärme und des Lichts bemerkte Analogie, konnte einen gleichen Erfolg vorherſehen laſſen, wenn derſelbe Kunſtgriff auf das Brechungsvermögen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten angewandt würde. Es war

*) Annales de Chim. et Phys. X. 395. [Das Hauptreſultat, was die Hrn. Petit und Dulong fanden, beſtand darin: daſs die ſpecifiſche Wärme der von ihnen unterſuchten elementaren Körper, multiplicirt mit den Atomengewichten dieſer Körper ſelbſt, oder mit gewiſſen Multiplen derſelben, Producte gaben, die für alle dieſe Körper faſt dieſelben waren, wie man dieſs aus nachſtehender Tafel erſieht:

Specifiſche Wärmen		Atomengewichte	Product beider
Wismuth	0,0288	13,30	0,3830
Blei	0,0293	12,95	0,3794
Gold	0,0298	12,43	0,3704
Platin	0,0314	11,16	0,3740
Zinn	0,0514	7,35	0,3779
Silber	0,0557	6,75	0,3759
Zink	0,0927	4,03	0,3736
Tellur	0,0912	4,03	0,3675
Kupfer	0,0949	3,957	0,3755
Nickel	0,1035	3,69	0,3819
Eiſen	0,1100	3,392	0,3731
Kobalt	0,1498	2,46	0,3685
Schwefel	0,1880	2,011	0,3780

Bei den ſpecifiſchen Wärmen iſt die des Waſſers zur Einheit genommen; bei den Atomengewichten das des Sauerſtoffes. (*P.*)]

Digitized by Google

ſelbſt wahrſcheinlich, daſs man auf dieſem Wege, in der Kenntniſs über die durch den Act der Verbindung den materiellen Molekeln eingepflanzten Modificationen, noch weiter vordringen werde; denn die Beobachtung des Brechungsvermögens erträgt eine gröſsere Genauigkeit, als die Meſſung der ſpecifiſchen Wärme, beſonders bei den elaſtiſchen Flüſſigkeiten, die überdieſs ſich mehr zu dieſer Art von Unterſuchung eignen, als tropfbare Flüſſigkeiten und ſtarre Körper. Um dieſe Vermuthung erweiſen zu können, muſste man genaue Meſſungen über das Brechungsvermögen aller einfachen und möglichſt vieler zuſammengeſetzten Gaſe beſitzen, damit man die Wirkungen der verſchiedenen Grade der Condenſation kennen lernte.

Die Abhandlung der Hrn. Biot und Arago *) über die Verwandtſchaft der Körper zum Licht, welche man immer als ein Muſter von Genauigkeit nennen wird, umfaſst eine zu begränzte Anzahl von Fälle, um die nöthigen Data zur Löſung derjenigen Aufgabe zu liefern, mit welcher wir uns beſchäftigen.

Die neueren Unterſuchungen der Hrn. Arago und Petit **) hatten einen andern Zweck; denjenigen nämlich, zu prüfen, ob die Wirkung eines und deſſelben Körpers auf das Licht ſtets ſeiner Dichtigkeit proportional bleibe, wie es nach der Newtonſchen Theorie am naturgemäſseſten ſcheint.

*) Mémoires de la 1re Claſſe de l'Institut. T. VII. Ann. 1807. Dief. Ann. XXV. 345 und XXVI. 36.

**) Annales de Chim. et Phys. I. 1. Dief. Ann. LXXXI. 250.

Digitized by Google

Es war daher nothwendig, neue Unterſuchungen anzuſtellen, hauptſächlich mit zuſammengeſetzten Gasarten, deren Beſtandtheile ſich gleichfalls in Gasform beobachten laſſen.

Dieſe Arbeit iſt es, welche ich ausgeführt habe, und welche den Gegenſtand der Abhandlung bildet, die ich heute die Ehre habe der Akademie vorzulegen.

Das von den Hrn. Biot und Arago angewandte Verfahren beſtand darin, daſs man die Ablenkung, welche das Licht bei ſeinem Durchgange durch ein hohles und folgweiſe mit verſchiedenen Gasarten gefülltes Prisma erlitt, unmittelbar mit einem Repetitionskreiſe maſs. Die Menge der Vorſichtsmaſsregeln, welche die direkte Meſſung dieſes, gewöhnlich nur einige Minuten betragenden, Winkels erfordert; der Einfluſs, welchen die Veränderungen der Atmoſphäre auf dieſe Operation ausüben und welcher nicht immer zu corrigiren iſt, geben den Reſultaten eine ziemlich beträchtliche Ungenauigkeit.

Der ſchöne Verſuch von Hrn. Arago über die Ortsverrückung der Diffractions-Streifen, durch Hineinſtellung eines durchſichtigen Körpers in einen der interferirenden Lichtbündel *), brachte unſern gelehrten Kollegen auf ein neues Mittel zur Beſtimmung des Brechungsvermögens der Gaſe, welches faſt eine unbeſtimmte Genauigkeit erträgt. Kein anderes Mittel wäre gewiſs mit ihm zu vergleichen, wenn es ſich bloſs darum handelte, geringe Unterſchiede zwiſchen zweien Körpern nachzuweiſen; aber

*) Dieſe Ann. LXXXI. 248.

es würde wahrscheinlich seine Vorzüge verlieren, wenn man es bei einer Reihe von Körpern, die das Licht sehr ungleich brechen, zur Messung des Brechungsvermögens anwenden wollte.

Das Verfahren, zu welchem ich mich entschlossen habe, scheint mir mit dem Vorzug einer viel leichteren Ausführbarkeit, eine Genauigkeit zu vereinigen, welche hinreichend ist, um das von mir beabsichtigte Ziel zu erreichen.

Es gründet sich auf ein Gesetz, was von den Hrn. Biot und Arago in der erwähnten Abhandlung bewiesen wurde und ich bei mehreren andern Gasen bestätigt habe, nämlich: dass für eine und dieselbe elastische Flüssigkeit die Vergrösserung der Geschwindigkeit des Lichtes bei seinem Uebergange vom Vacuum in dies Gas, oder, im Sinne der Undulationshypothese gesprochen, die Verringerung dieser Geschwindigkeit, genau proportional bleibt den Veränderungen der Dichte des Gases. Da es nun sehr leicht ist, die Dichte eines Gases zu vermehren oder zu verringern, so kann man sie immer auf einen solchen Grad bringen, dass die Geschwindigkeit des Lichtes dieselbe ist in diesem Gase und z. B. in der atmosphärischen Luft; und wenn man die Dichtigkeit des Gases und der Luft bestimmt, sobald diese Bedingung erfüllt ist, so reicht eine einfache Portion hin, um das Verhältnifs des Anwuchses der Geschwindigkeit für den Fall zu kennen, dass beide Gase gleiche Elasticitäten besitzen.

Diese Art von Beobachtung kann zwar nur die Verhältnisse der Berechnungsvermögen aller Gase in Bezug auf das zur Einheit angenommene Vermögen

Digitized by Google

eines unter ihnen kennen lehren, aber diese Kenntniss ist auch die einzige, die wir zu erlangen nöthig haben.

Hier die Beschreibung des Apparates, der mir zur Ausführung der so eben gegebenen Idee gedient hat.

Ein hohles Prisma *AB*, gebildet aus einem dikken Glasrohre, dessen beide Enden durch zwei ungefähr um 145° gegen einander neigende Spiegelgläser verschlossen sind, steht durch ein Glasrohr *S* in Verbindung mit einem Cylinder *Z* aus gleichem Material, von einem Meter Länge und fünf Centimetern im Durchmesser. Der Cylinder hat an jedem seiner Enden eine Dille von gefirnisstem Eisen. Die an dem unteren Ende ist mit einem eisernen Hahne *G* versehen; die obere trägt drei eiserne Röhren, ebenfalls dazu bestimmt eine Verbindung herzustellen, die eine *N* mit dem Prisma, die zweite *O*, durch das daran befestigte Bleirohr *J*, mit einer Luftpumpe, und die dritte *M* mit einer Hahnglocke *R*, die auf einer Queckfilberwanne steht.

Das Prisma ist an einem Träger *EF* wohl befestigt und so gestellt, dass ein entferntes Sehzeichen durch dasselbe wahrgenommen werden kann. Der in aufrechter Stellung befestigte Glascylinder *z* kann mit Queckfilber gefüllt werden durch ein kleines Rohr zur Seite *J*, was ein wenig länger ist als der Cylinder und mit diesem am unteren Ende in Verbindung steht.

Diese Anordnung erlaubt, wie man sieht, das Prisma luftleer zu machen, in dasselbe ein beliebiges Gas, das jedoch nicht das Queckfilber angreift, hin-

Digitized by Google

einzubringen, es durch Ausfliefsen einer zweckmäfsigen Menge Queckfilber nach Willkühr auszudehnen und endlich in jedem Augenblick die Elaſticität zu meſſen. Zu dieſer Meſſung habe ich mich faſt beſtändig der Barometerröhre *U* bedient, die an der Luftpumpe angebracht iſt.

Wenn aber das Gas von ſolcher Art iſt, daſs es die Pumpe angreift, ſo wird, damit es nicht in dieſe eindringt, der Hahn *O* geſchloſſen; man läſst es durch die obere Röhre *C* hinausgehen, indem man unter der Glocke *R* einen Strom von Waſſerſtoffgas oder Kohlenſäure hervorbringt. In dieſem Falle wird die Elaſticität durch den Unterſchied der Queckfilberſpiegel in den Röhren *Z* und *J* gemeſſen.

Es wäre ein Leichtes geweſen, den Apparat ſo einzurichten, daſs er eine Compreſſion des in ihm enthaltenen Gaſes erlaubt hätte. Da es aber ziemlich ſchwer hält, das Entweichen eines comprimirten Gaſes zu verhindern und überdieſs die Vergleichung zweier Gaſe ſich mit eben ſo vielem Erfolg bewerkſtelligen läſst, wenn man dasjenige, was das gröſste Brechungsvermögen beſitzt, dilatirt, ſo habe ich faſt immer dieſes letztere Mittel angewandt. Um gewiſs zu ſeyn, daſs das Licht in zweien Gasarten gleiche Geſchwindigkeiten habe, reicht es hin ſich zu verſichern, daſs daſſelbe bei ſeinem Durchgange durch einen Raum, der folgweiſe von beiden Gasarten eingenommen und durch zwei ebene Glasplatten von conſtanter Neigung gegen einander begränzt wird, unter gleicher Incidenz die nämliche Ablenkung erfahre. Dieſen Zweck erreicht man durch das aſtronomiſche Fernrohr *X*, welches im Brennpunkte ſeines Objecti-

Digitized by Google

ves mit einem Fadenkreuze verſehen und vor dem Prisma in einer zweckmäſsigen Höhe auf einem zweier gegen einander rechtwinklichen Bewegungen fähigen Fuſsgeſtelle aufgerichtet iſt. Daſſelbe ſteht wohlbefeſtigt auf einem maſſiven Mauerwerke *V*, deſſen Veränderungen in der Höhe mittelſt Temperaturwechſel, da ſie ſtets gering ſind und langſam geſchehen, die Richtung des Fernrohrs nicht verändern können. Wenn das Prisma offen ſteht und das Fernrohr auf das Sehzeichen gerichtet iſt, ſo ſieht man, ob an den Gläſern, durch welche das Licht einfällt und austritt, die äuſseren und inneren Flächen parallel ſind, wenn durch Zwiſchenſetzung des Prismas keine Ablenkung erzeugt wird. Indeſs iſt bei dem Verfahren, was ich beſchreibe, dieſe Bedingung nicht nothwendig. Man kann gewöhnliches Spiegelglas anwenden, deſſen Flächen beſtändig um eine ſehr merkliche Gröſse gegeneinander geneigt ſind. Es iſt auch ſelbſt nicht nöthig, daſs die beiden Refractionen beim Ein- und Austritt am Prisma, in der nämlichen Ebene geſchehen, ebenſowenig als den Brechungswinkel zu kennen. Es iſt bloſs von Nutzen dieſen Winkel recht groſs zu machen, damit die Ablenkung ſehr ſtark ſey.

Ich werde jetzt die Art des Verfahrens angeben.

Man fängt damit an, die ganze innere Oberfläche des Apparates völlig auszutrocknen, indem man einen Strom von getrocknetem Hydrogengaſe durch denſelben hindurchgehen läſst. Man evacuirt hierauf den Apparat und füllt das Prisma mit trockner atmoſphäriſcher Luft. Dazu iſt unterhalb des Tellers der Luftpumpe ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr *T* angebracht, das durch einen Hahn abgeſchloſſen werden

Digitized by Google

kann. Dieſes Rohr, das ich ſeit langer Zeit gebrauche, iſt bei einer groſsen Anzahl von Verſuchen ſehr bequem. Man richtet alsdann das Fernrohr auf das durch das Prisma wahrzunehmende Sehzeichen. Da der Apparat offen bleibt, ſo iſt die Elaſticität der in ihm enthaltenen Luft durch das Barometer gegeben. Man evacuirt den Apparat zum zweiten Male, und um die letzten Antheile der Luft daraus zu vertreiben, bringt man eine gewiſſe Menge von dem Gaſe hinein, das man der Beobachtung unterwerfen will; endlich läſst man das Gas in das aufs Neue evacuirte Prisma ſo lange einſtrömen, bis das Sehzeichen genau mit dem Durchſchnittspunkte der Fäden zuſammenfällt. Hat man die Vorſicht beobachtet, das Gas langſam einſtrömen zu laſſen, ſo iſt ziemlich leicht der Augenblick zu ergreifen, wo jene Coincidenz genau Statt findet; oder auch, wenn eine überſchüſſige Menge eingeführt iſt, öffnet man den unteren Hahn *G*, bis daſs das verdünnte Gas genau die erforderliche Dichtigkeit hat, um eben ſo ſtark wie die Luft zu brechen. Alsdann miſst man die Länge der Queckſilberſäule, in dem an der Luftpumpe befeſtigten Barometer, oder die Differenz im Niveau dieſer Flüſſigkeit in den Röhren *Z* und *J*; zieht man nun die eine oder die andere von dem gleichzeitigen Drucke der Atmoſphäre ab, ſo hat man offenbar diejenige Elaſticität des Gaſes, welche der geſuchten Bedingung genügt. Nach dem zuvor angeführten Grundſatze iſt nun eine einfache Proportion hinreichend, um den Anwuchs der Geſchwindigkeiten des Lichtes in dem nämlichen Gaſe zu finden, für den Fall, daſs dieſes im Augenblicke des Verſuches gleiche Elaſticität mit der Luft gehabt hätte.

Digitized by Google

Bei dem Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgaſe, welche ein ſchwächeres Brechungsvermögen als die Luft beſitzen, hat es Vortheil, einen umgekehrten Gang zu befolgen, nämlich, ſtatt jene ſo weit zu verdichten, daſs ſie mit der letzteren ein gleiches Brechungsvermögen erhalten, das Fernrohr alsdann einzuſtellen, wenn das Prisma mit einem der beiden Gaſe unter dem Druck der Atmoſphäre gefüllt iſt, und hierauf die Luft ſo weit zu verdünnen, bis deren Brechungsvermögen auf das des Gaſes reducirt iſt.

Wenn die Gasart das Queckſilber angreift, muſs man die Beobachtungsart ein wenig abändern. Die Verbindungsröhre zwiſchen dem Prisma und dem das Queckſilber enthaltenden Cylinder, iſt aus drei Theilen zuſammengeſetzt (Taf. VI. Fig. 2). Das Mittelſtück *LK* trägt an ſeinem oberen Theile ein kleines cylindriſches Gefäſs, welches zwiſchen ſeinen äuſseren Wänden und dem Rohre einen ringförmigen Zwiſchenraum läſst. Eine ähnliche Vorrichtung befindet ſich an dem oberen Ende der Röhre *N*. Die Durchmeſſer dieſer verſchiedenen Theile ſind ſo gewählt, daſs man das Mittelſtück fortnehmen oder einſetzen kann, ohne an dem Uebrigen des Apparates irgend etwas zu verändern.

Wenn man z. B. das Brechungsvermögen des Chlorgaſes beſtimmen will, ſo nimmt man die mittlere Röhre *LK* fort, und bringt an dem Ende *S* eine Röhre an, mittelſt der man den Ueberſchuſs des durch die obere Oeffnung *D* in das Prisma eingeführten Gaſes, zum Laboratorio hinausleitet. Wenn ſich die Coïncidenz des Seitzeichens mit dem Fadenkreuze nicht mehr verändert, was anzeigt, daſs das

Digitized by Google

Gas rein ist, so befestigt man das Fernrohr in seiner Lage. Man vertreibt hierauf das Chlor durch einen Strom von Kohlensäuregas, bringt die Röhre *LK* wieder an ihre Stelle, und giefst die bei dem Napfe *L* und *K* mit einem leichtflüssigen Kitt aus. Nachdem nun die Oeffnung *D* durch einen kleinen mit Wachs überzogenen Glasstöpfel verschlossen worden ist, macht man den Apparat luftleer und bringt in das Prisma ein Gas, dessen Brechungsvermögen gröfser ist als das des Chlors; ich habe mich hiezu des Cyangases bedient. Hierauf bestimmt man das Brechungsvermögen des Chlors und des Cyans wie vorhin, und da das Vermögen des letzteren bekannt ist, so bezieht man das des Chlor auf die gemeinschaftliche Einheit. Dieses Verfahren erfordert eine so beträchtliche Zeit, dafs man es nur unter den günstigsten Zuständen der Atmosphäre ausführen kann, nämlich zur Zeit des *Maximums* der Temperatur des Tages.

Handelt es sich um einen Dampf, der bei gewöhnlicher Temperatur den Druck der Atmosphäre nicht ertragen kann, so macht man den Apparat luftleer, und füllt den Raum zwischen den beiden Hähnen *O* und *P* mit der Substanz im tropfbar flüssigen Zustande, von der man alsdann eine so geringe Menge, als man will, in den Apparat hinein bringt. In dem übrigen bleibt das Verfahren das nämliche.

Es ist leicht den Grad der Empfindlichkeit dieses Verfahrens zu schätzen und es unter diesem Gesichtspunkte mit dem der Herren Biot und Arago zu vergleichen. Für die atmosphärische Luft betrug die Ablenkung bei $0^m,76$ Druck und mit einem Prisma von 145° ungefähr 5 Minuten. Als jene Physiker diese

Digitized by Google

Ablenkung zu verſchiedenen Zeiten mit einem Bordaſchen Kreiſe maſsen, fanden ſie von einem Tage zum andern Unterſchiede von 16 Sekunden. Sey es nun der ſich in ungleichen Mengen auf die Glasplatten des Prismas abſetzende Waſſerdampf, dem, wie jene Phyſiker vorausſetzen, dieſe Unregelmäſsigkeiten zugeſchrieben werden müſſen, oder ſey es irgend eine andere Urſache; ſo viel iſt gewiſs, daſs die Gröſse der Ablenkung mit der Zeit zu variiren vermag. Bei unſerem Verfahren aber reichen wenige Minuten hin um alle Meſſungen zu machen, und in dieſer Zwiſchenzeit ſind alle möglichen Veränderungen von geringem Belange. Mit einer paſslichen Vergröſserung kann man bei der Coïncidenz des Fadenkreuzes mit dem Seitzeichen noch Unterſchiede von wenigſtens einem Viertelmillimeter in der Elaſticität der meiſten Gaſe merklich machen. Da man eine Queckſilberſäule leicht bis auf ein Zehntel eines Millimeters miſst, ſo ſieht man alſo, daſs die Fehler unterhalb $\frac{1}{3000}$ des totalen Effectes liegen. Ich halte dieſe Genauigkeit wenigſtens für zehnmal gröſser, als die, welche der Gebrauch des Repetitionskreiſes mit ſich bringt. Es iſt indeſs unnöthig in den Unterſuchungen, welche uns beſchäftigen, die Annäherung ſo weit zu treiben. Da man für die Reinheit des Gaſes meiſtens nur bis auf $\frac{1}{200}$ einſtehen kann, ſo habe ich geglaubt die Vergröſserung des von mir gebrauchten und zu einem anderen Zweck verfertigten Fernrohrs nicht verändern zu dürfen, weil es hinreichend war in der Elaſticität der Luft einen Unterſchied von einem Millimeter wahrzunehmen, der ungefähr $\frac{1}{700}$ des totalen Effects entſpricht.

Digitized by Google

Ich habe zuvor gesagt, dafs der Satz, auf welchem sich das von mir beschriebene Verfahren gründet, bewiesen werden solle. Dazu reicht es hin an einem Gemenge von zwei Gasen in bekannten Verhältnissen das Brechungsvermögen zu beobachten und das Resultat mit dem zu vergleichen, welches man durch die Rechnung in der Voraussetzung findet, dafs die Wirkung von einem jeden Bestandtheile des Gemenges seiner Dichtigkeit proportional bleibe. Stimmen Rechnung und Beobachtung überein, so kann man daraus schliefsen, dafs der Satz genau ist, und dieſs findet in der That auch Statt. Hier einige Beispiele:

Gemenge von Kohlensäuregas und gemeiner Luft. Temperatur = 23°C.	Kohlens.	730,5 . .	25,88
	Luft	2092,0 . .	74,12
			100,00

Die Ablenkung war gleich, wenn die Elasticitäten betrugen:

für die Luft . . . . $0^m,5757$
für das Gemenge . . $0^m,5054$

Nach dieſer Beobachtung wird das Verhältnifs des Anwuchſes der Geſchwindigkeit in dem Gemenge und in der Luft seyn, wie 1,136 zu 1. Der Werth des Brechungsvermögens der Kohlensäure = 1,526 führt fast zu demſelben Resultat.

Gemenge aus Waſſerſtoffgas und Kohlensäuregas, zu gleichen Theilen. Temperatur = 21° C.

Elasticität der Luft . $= 0^m,7580 - 0^m,2254 = 0^m,5326$
Elasticität des Gemenges $= 0^m,7580 - 0^m,2263 = 0^m,5317$
Brechungsvermögen nach der Beobachtung . = 1,0017
Daſſelbe nach der Berechnung *) . . . . = 0,999

*) Man ſehe die Tafel über das Brechungsvermögen Seite 408.

Digitized by Google

Die atmoſphäriſche Luft beſitzt auch ein Brechungsvermögen, dem gleich, was man aus dem Vermögen ſeiner Beſtandtheile ableitet.

Unter derſelben Elaſticität ſind die Brechungsvermögen der drei Hauptbeſtandtheile der Luft, nämlich folgende:

Sauerſtoffgas . . .	0,924
Stickgas	1,02
Kohlenſäuregas . .	1,526

Nimmt man in der Luft 0,21 Sauerſtoff und 0,79 Stickgas an, ſo wird das Brechungsvermögen der Luft ſeyn = 0,99984, und fügt man dieſem 0,0026 hinzu für den Ueberſchuſs des Brechungsvermögens, das von 0,0005 vorhandener Kohlenſäure herrührt, ſo kommt 1,001 für das Brechungsvermögen der Luft, wie es aus deren Elementen abgeleitet wird *).

Dieſe Beiſpiele, denen ich noch einige andere analoge Reſultate hinzufügen könnte, welche bei Gemengen erhalten wurden, die ſowohl durch die Natur

*) Die meiſten Chemiker betrachten die Elemente der atmoſphäriſchen Luft als bloſs gemengt mit einander. Es giebt auch in der That keinen Beweis, daſs ſie chemiſch verbunden ſeyen. Indeſs iſt der Dr. Prout †) von der Annahme einer Verbindung und eines einfachen Volumenverhältniſſes der Beſtandtheile ausgegangen, um die Dichtigkeit des Sauerſtoffgaſes und Stickgaſes zu beſtimmen, welche ſeinem Syſteme über die ſpecifiſchen Gewichte der elementaren Körper zur Grundlage dienen. Man wird aber bald hernach ſehen, daſs wenn die Beſtandtheile der Luft eine Verbindung ausmachten, dieſe die einzige ſeyn würde, in welcher das Brechungsvermögen gleich iſt der Summe der ihrer Elemente

†) Annales de Chim. et Phys. I. 411.

Digitized by Google

als auch durch das Verhältniſs ihrer Beſtandtheile verſchieden waren, ſind hinreichend, um das in Rede ſtehende Princip wenigſtens für die permanenten Gasarten zu beſtätigen. Wenn die Dämpfe hinlänglich entfernt ſind von dem *Maximum* der Dichte, was einer jeglichen Temperatur entſpricht, ſo beſitzen ſie dieſelben Eigenſchaften, wie die permanenten Gasarten; ich habe mich indeſs verſichert, daſs nahe bei dieſem *Maximum* das Brechungsvermögen in einem merklich gröſseren Verhältniſſe als das der Dichte wächſt. Man kann dieſs aus der folgenden Tafel erſehen.

Da alle Beobachtungen auf dieſelbe Art angeſtellt worden ſind, ſo würde es überflüſſig ſeyn in das Detail eines jeden einzelnen einzugehen. Ich begnüge mich daher die Reſultate ſämmtlich berechnet zu geben.

Die nachſtehende Tafel enthält die Verhältniſſe der Brechungsvermögen von 22 Gaſen bei gleicher Elaſticität. Beobachtungen, die von 8° bis 32° C. mit denſelben Gaſen gemacht wurden, haben mir genau dieſelben Werthe gegeben; ſo daſs die Temperatur, wenigſtens innerhalb dieſer Gränzen, keinen Einfluſs auf dieſe Verhältniſſe auszuüben ſcheint.

Digitized by Google

Brechungsvermögen der Gafe bei gleicher Temperatur und unter gleichem Druck, wenn das der atmofphärifch Luft zur Einheit angenommen wird.

Namen der Gafe	Brechungs-vermögen	Dichtigkeit
atmofphärifche Luft	1,000	1,000
Sauerftoffgas	0,924	1,1026
Waffertoffgas	0,470	0,0685
Stickftoffgas	1,020	0,976
Chlorgas	2,623	2,47
Stickftoffoxydulgas	1,710	1,527
Stickftoffoxydgas (Gas nitreux) .	1,03	1,039
Chlorwafferftoffgas	1,527	1,254
Kohlenoxydgas	1,157	0,972
Kohlenfäuregas	1,526	1,524
Cyangas	2,832	1,818
ölbildendes Gas	2,302	0,980
Sumpfluft	1,504	0,559
Salzäther	3,72	2,234
Hydrocyanfäuregas	1,531	0,944
Ammoniakgas	1,309	0,591
Phosgengas	3,936	3,442
Schwefelwafferftoffgas	2,187	1,178
fchwefligfaures Gas	2,260	2,247
Schwefeläther	5,197	2,580
Schwefelkohlenftoffgas	5,110	2,644
Phosphorwafferftoffgas im Minim.	2,682	1,256

Die Dämpfe des Salzäthers, des Schwefeläthers und des Schwefelkohlenftoffs wurden bei einer Dichte genommen, die zwei oder drei Mal geringer war als die, welche dem *Maximum* in Bezug auf jede Beobachtung entfprach. Die in der obigen Tafel enthaltenen Zahlen find alfo mit denen bei den permanenten Gafen vergleichbar. Als ich diefe Dämpfe im *Maximum* ihrer Dichte nahm, fand ich ihre Brechungsvermögen wie folgt:

Digitized by Google

Salzäther . . . . = 3,87
Schwefelkohlenſtoff = 5,198
Schwefeläther . . = 5,290

Die gröſsten Fehler, welche ſich in dieſe Art von Beſtimmungen einſchleichen können, hängen weniger von der Genauigkeit des optiſchen Verfahrens ab, als vielmehr von der Reinheit der Gaſe. Dieſer letzteren Urſache vor allem ſchreibe ich die Unterſchiede zu, welche die von den Hrn. Biot und Arago beſtimmten Werthe der Brechungsvermögen, mit denen durch meine eigenen Beobachtungen gefundenen darbieten. Damit man beurtheilen könne, ob die von mir erhaltenen Zahlen mit einigen aus dieſer Quelle herrührenden Ungenauigkeiten behaftet ſind, werde ich hier kürzlich die Vorſichtsmaſsregeln angeben, die ich befolgt habe, um mir die nöthigen Gaſe zu verſchaffen. Sie alle ſind durch Kalk oder durch ſalzſauren Kalk getrocknet worden.

Sauerſtoffgas. Aus vorläufig geſchmolzenem chlorſaurem Kali; das Gas ging durch eine Kalilauge und durch ein Rohr, worin Stückchen von feuchtem Kali enthalten waren.

Stickgas. Aus atmoſphäriſcher Luft, durch anfangs lebhafte und hernach langſame Verbrennung von Phosphor. Das Gas wurde nacheinander mit einer Auflöſung von Chlor und mit Kalilauge gewaſchen.

Das aus der Zerſetzung des Stickſtoffoxydgas mittelſt rothglühenden Kupfers bereitete Gas hat genau das nämliche Brechungsvermögen. Dieſs iſt vielleicht der einzige Beweis, den man bis jetzt hat, daſs das Radikal der Salpeterſäure identiſch iſt mit dem Gaſe, welches von der atmoſphäriſchen Luft übrig bleibt, nachdem der Sauerſtoff und die Kohlenſäure abſorbirt worden.

Waſſerſtoffgas. Mittelſt käuflichen Zinks und einer von Salpeterſäure freien Schwefelſäure. Das durch eine ſtarke Kali-

Digitized by Google

lauge gewaſchene Gas ging durch ein Rohr, gefüllt mit Stückchen von angefeuchtetem Kali; es war ohne Geruch.

Chlorgas. Aus Manganoxyd, das frei von Kohlenſäure war. Das Gas durchſtrich eine lange Säule von Waſſer.

Kohlenſäuregas. Aus weiſsem Marmor mittelſt Salpeterſäure. Das Gas ging durch ein langes Rohr, gefüllt mit kryſtallifirtem und zerſtoſsenem kohlenſauren Natron.

Stickſtoffoxydulgas. Aus der Zerſetzung des ſalpeterſauren Ammoniaks durch eine gelinde Wärme. Das Gas ging folgweiſe durch Kalilauge und Schwefelſäure.

Stickſtoffoxydgas. Aus Stickſtoffoxyd-Kali (nitrite de potasse), das durch Glühen von Salpeter erhalten war und durch Schwefelſäure zerlegt wurde. Das Gas ging in eine mit Waſſer gefüllte Flaſche und über feuchtes Kali.

Ammoniakgas. Aus flüſſigem, ſehr reinem Ammoniak.

Hydrochlorſäuregas. Aus ſehr reiner flüſſiger Säure.

Kohlenoxydgas. Aus einem Gemenge von Marmor und Eiſen. Beide waren vorläufig für ſich geglüht; das Waſſerſtoffgas, was es enthielt, wurde in Rechnung genommen.

Cyangas. Aus neutralem, mit Sorgfalt getrocknetem, *Cyanqueckſilber.* Das Gas blieb drei Tage hindurch mit rothem Queckſilberoxyd in Berührung und man beſtimmte die verhältniſsmäſsige Menge von Stickgas, die es enthielt.

Oelbildendes Gas, nach dem gewöhnlichen Verfahren von Hrn. de Saussure bereitet. Durch Kali und Waſſer wurde es von der Kohlenſäure, der ſchwefligen Säure und dem Aether befreit.

Sumpfgas. Aufgefangen in dem Fluſs von Bièvre. Es enthielt ungefähr ein Zehntel an Schwefelwaſſerſtoff und Kohlenſäure, erlitt aber keine merkliche Verringerung durch Phosphor und enthielt nur 2,8 pr. Ct. Stickgas, die man in Rechnung nahm. Es abſorbirte nahe das Doppelte ſeines Volumens an Sauerſtoff und gab ein dem ſeinigen gleiches Volumen an Kohlenſäure. Ich führe dieſs Reſultat an, weil ein ausgezeichneter Chemiker, Hr. Brande, kürzlich Zweifel über das Daſeyn dieſer Verbindung aufgeworfen hat *).

*) Ann. de Chim. et Phys. XVIII. 71.

Digitized by Google

Salzäther, mit Sorgfalt nach dem Verfahren des Hrn. Thénard bereitet und vollkommen von Alkohol befreit.

Hydrocyangas. Nach dem Verfahren des Hrn. Gay-Lussac dargeſtellt, mit aller nöthigen Vorſicht, um es von Waſſer und Salzſäure zu befreien.

Phosgengas. Nach dem Verfahren des Hrn. J. Davy. Die Hydrochlorſäure, welche von dem im Kohlenoxydgas enthaltenen Waſſerſtoffgas herrührte, wurde in Rechnung genommen.

Schwefligſaures Gas. Mittelſt Queckſilber und Schwefelſäure, die frei von Salpeterſäure war.

Schwefelwaſſerſtoffgas, aus Schwefelantimon mittelſt Hydrochlorſäure.

Schwefeläther. Siedepunkt bei 35° C.

Phosphorwaſſerſtoffgas. Aus Unterphosphorſäure mittelſt Wärme.

Die in der vorhergehenden Tafel enthaltenen Verhältniſſe ſind unabhängig von jeder Hypotheſe über die Natur des Lichtes. Nimmt man das Emiſſionsſyſtem an, ſo bezeichnen jene Zahlen die Verhältniſſe des Anwuchſes der Geſchwindigkeit des Lichtes, wenn es durch ein jedes der correſpondirenden elaſtiſchen Flüſſigkeiten hindurchgeht, wobei der Anwuchs der Geſchwindigkeit in atmoſphäriſcher Luft von gleicher Elaſticität die gemeinſchaftliche Einheit iſt. Nach den aſtronomiſchen Beobachtungen von Delambre und den directen Meſſungen der Herren Biot und Arago, welche völlig mit einander übereinſtimmen, beträgt in gemeiner Luft von 0° und $0^m,76$ der Anwuchs der Geſchwindigkeit des Lichtes 0,000294 von der Geſchwindigkeit im leeren Raum. Wird dieſe Zahl folgweiſe mit jedem der ſo eben genannten Verhältniſſe multiplicirt, ſo erhält man die abſoluten Incremente der Geſchwindigkeit in jedem der elaſtiſchen

Digitized by Google

Flüſſigkeiten, dieſe bei gleicher Temperatur und gleichem Drucke genommen. Fügt man die Geſchwindigkeit im leeren Raum hinzu, d. h. die Einheit, ſo werden dieſe Zahlen die Brechungsverhältniſſe oder die Verhältniſſe der Sinus der Incidenz zu den der Refraction für den Uebergang des Lichtes aus dem Vacuo in dieſe verſchiedenen elaſtiſchen Flüſſigkeiten. Kennt man endlich die Werthe des Brechungsverhältniſſes, ſo leitet man daraus, mittelſt der gewöhnlichen Formel *) die abſoluten Brechungsvermögen (puissances réfractives) ab, welche, durch die entſprechenden Dichtigkeiten dividirt, die ſpecifiſchen Brechungsvermögen (pouvoirs refringens) abgeben, wie ſie in der Newtonſchen Theorie definirt werden.

Nimmt man die Undulations-Hypotheſe an, ſo ſind es nur die abſoluten Geſchwindigkeiten des Lichtes in der Luft und den übrigen Gasarten, die man zu verändern hat. Die Beſtimmung und die Gröſse der Brechungsverhältniſſe bleiben dieſelben. Das abſolute und ſpecifiſche Brechungsvermögen haben keinen andern Sinn in dieſer Theorie; aber die Werthe des erſteren bezeichnen die Anwüchſe der Dichtigkeit

*) Man weiſs, daſs, wenn in dieſer Theorie $2\delta k^2$ den totalen Werth der Geſammtwirkung bezeichnet, die ein Körper auf das Licht ausübt, ſobald dieſes bis zu einer merklichen Tiefe in jenem eingedrungen iſt, man alsdann für das abſolute Brechungsvermögens den Ausdruck hat $2\delta k^2 = \nu^2 - u^2 = (l^2 - 1)\, u^2$ oder einfach $l^2 - 1$, wo ν die Geſchwindigkeit des Lichtes in dem Körper von der Dichte δ bezeichnet, u die Geſchwindigkeit im Vacuo, und l das Brechungsverhältniſs. Das ſpecifiſche Brechungsvermögen iſt $2k^2 = \frac{l^2 - 1}{\delta}$.

Digitized by Google

des in jedem Gafe enthaltenen Aethers, falls man vorausfetzt, dafs die Ungleichheit in der Fortpflanzungsgefchwindigkeit der Wellen blofs von einer Verfchiedenheit in der Dichte diefes Mittels herrührt. Die folgende Tafel enthält die Refultate diefer Rechnungen.

Brechungsverhältniffe und abfolute Brechungsvermögen der Gafe bei 0° und $0^m,76$.

Namen der Gafe	Werth von $l = \frac{\sin i}{\sin r}$	Brechungsvermögen od. $l^2 - 1$	Brechungsvermögen nach Biot u. Arago
Atmofphärifche Luft	1,000294	0,000589	0,000589
Sauerftoff	1,000272	0,000544	0,000560
Waffer ftoff	1,000138	0,000277	0,000285
Stickftoff	1,000300	0,000601	0,000590
Ammoniak	1,000385	0,000771	0,000762
Kohlenfäure	1,000449	0,000899	0,000899
Chlor	1,000772	0,001545	
Chlorwaffer ftoff	1,000449	0,000899	0,000879
Stickftoffoxydul	1,000503	0,001007	
Stickftoffoxydgas	1,000303	0,000606	
Kohlenoxydgas	1,000340	0,000681	
Cyan	1,000834	0,001668	
Oelbildendes Gas	1,000678	0,001356	
Sumpfgas	1,000443	0,000886	
Salzäther	1,001095	0,002192	
Cyanwaffer ftoff	1,000451	0,000903	
Phosgengas	1,001159	0,002318	
Schweflige Säure	1,000665	0,001331	
Schwefelwaffer ftoff	1,000644	0,001288	
Schwefeläther	1,00153	0,003061	
Schwefelkohlenftoff	1,00150	0,00301	
Phosphorwaffer ftoff im Minim.	1,000789	0,001579	

Digitized by Google

Die abſoluten Brechungsvermögen der als einfach angeſehenen Gaſe ſcheinen durchaus keine Beziehung zu deren Dichtigkeiten zu haben. Das Vermögen des Waſſerſtoffgaſes iſt zwar faſt genau die Hälfte von dem des Sauerſtoffgaſes, allein die zahlreichen Beobachtungen, welche ich mit dieſen beiden Gaſen beſonders anſtellte, und die Sorgfalt, welche ich dabei nahm, ſie von allen fremdartigen Stoffen zu entfernen, die das wahre Verhältniſs ihrer Brechungsvermögen hätten abändern können, haben mich überzeugt, daſs ſein Werth ſehr merklich von $\frac{1}{2}$ abweicht. Ueberdieſs erlauben die Zahlen für den Stickſtoff und das Chlor nicht weiter an eine ſolche Annäherung zu denken.

Vergleicht man die zuſammengeſetzten Gaſe unter einander, ſo bemerkt man eben ſo wenig irgend eine Beziehung zwiſchen ihrer Dichte und ihrem Brechungsvermögen. So haben das ölbildende und das Kohlenoxyd-Gas beinahe dieſelbe Dichtigkeit; das Brechungsvermögen des erſteren iſt aber faſt das Doppelte von dem des letzteren.

Die Dichtigkeit des Salzätherdampfes iſt ein wenig ſchwächer als die des ſchwefligſauren Gaſes, und ſein Brechungsvermögen übertrifft das der ſchwefligen Säure um mehr als $\frac{2}{5}$ von letzterem.

Der Schwefeläther dampf iſt ſehr wenig dichter als Chlorgas; ſein Brechungsvermögen iſt das Doppelte des vom Chlor.

Die Brechungsvermögen der Hydrocyanſäure und der Kohlenſäure ſind faſt dieſelben und die Dichte der erſten iſt um $\frac{1}{2}$ gröſser als die der letzteren.

Digitized by Google

Wirft man die Augen auf die vorhergehende Tafel, ſo wird man noch viele andere Vergleiche machen können, welche zu demſelben Schluſſe führen.

Alle Phyſiker wiſſen ſeit langer Zeit, daſs wenn man ſtarre und flüſſige Körper von verſchiedener Natur mit einander vergleicht, die Refraction ſich nicht proportional mit der Dichte verändert, und man hat hieraus geſchloſſen, daſs jeder Körper eine von ſeiner Natur abhangende beſondere Wirkung auf das Licht ausübe. Allein die Verſchiedenheit der auf die Einheit der Maſſe bezogenen Wärmecapacitäten hat hinſichtlich der Anziehungen, welche man zwiſchen den Körpern und der Wärmematerie annahm, zu einem analogen Schluſſe geführt. Da man indeſs gefunden hat, daſs die Capacitäten, wenn ſie für jedes Molekel beſonders berechnet werden, entweder gleich ſind, oder in einem einfachen Verhältniſſe ſtehen, ſo würde es nicht überraſcht haben, wenn dieſelbe Idee, auf das Brechungsvermögen angewandt, ſehr einfache Verhältniſſe hätte entdecken laſſen dort, wo man keine Beziehung vermuthete.

Wenn aber ein analoges Geſetz wirklich vorhanden wäre, ſo würde es ſich ſchon in den Zahlen der vorhergehenden Tafel zeigen; denn da die Gaſe bei gleicher Temperatur und unter gleichem Druck beobachtet wurden, d. h. unter Umſtänden, wo ihre Theilchen einen gleichen Abſtand von einander hatten, ſo konnten die zwiſchen ihren Brechungsvermögen bemerkten Ungleichheiten nur von der Ungleichheit in den Wirkungen eines jeden der für ſich betrachteten Molekel abhangen.

Digitized by Google

Es bleibt zu unterſuchen übrig, ob eine merkbare Beziehung zwiſchen den Brechungsvermögen der zuſammengeſetzten Gaſe und denen ihrer Beſtandtheile Statt findet. Dieſer Punkt hauptſächlich war es, auf den ich mein Augenmerk richtete.

In der oft erwähnten Arbeit der Herren Biot und Arago findet man ſchon mehrere Beiſpiele dieſer Art von Vergleichung; allein zur Zeit, als jene bekannt gemacht wurde, war die chemiſche Zerlegungskunſt noch weit von dem Grade der Genauigkeit entfernt, auf den man ſie ſeitdem gebracht hat. Ueberdieſs war ihnen durch die geringe Anzahl von den der Beobachtung unterworfenen Gasarten nicht erlaubt, dieſe Idee weit zu verfolgen.

Es gab ſelbſt nur eine einzige Verbindung, nämlich das Ammoniak, welche, aus zweien gasförmigen und unter dieſer Form beobachtungsfähigen Beſtandtheilen gebildet, zu einem entſcheidenden Verſuche dienen konnte. Jene Phyſiker fanden, daſs das Brechungsvermögen der Verbindungen gleich ſey der Summe der ihrer Beſtandtheile. Dieſes Reſultat rührt daher, daſs ſie bei ihrer Rechnung fehlerhafte (Beſtandtheils-) Verhältniſſe gebrauchten; denn wenn man von den viel genaueren Angaben ausgeht, die man jetzt beſitzt, und von ihren Beſtimmungen über das Brechungsvermögen des Waſſerſtoffgaſes und Stickgaſes Gebrauch macht, ſo heben ſich die Fehler, mit denen ſie behaftet ſind, auf und man erhält, eben ſowohl wie durch die neuen in dieſer Abhandlung enthaltenen Werthe, ein ſpecifiſches Brechungsvermögen, das ungefähr um ein Zwölftel geringer iſt, als das, was dem Ammoniak in Wirklichkeit angehört.

Digitized by Google

Die Ungenauigkeit der Verhältniſſe aller übrigen Verbindungen, auf welche die Verfaſſer die nämliche Rechnung anwandten, hatte nicht minder Einfluſs auf die Endreſultate.

So finde ich bei Anwendung der viel genaueren Verhältniſſe, welche die chemiſche Analyſe ſeitdem kennen gelernt hat, beim Olivenöl, arabiſchen Gummi und Alkohol, Differenzen von $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}$ zwiſchen der Rechnung und Beobachtung.

Indeſs da die Herren Arago und Petit gezeigt haben, daſs die Veränderungen des Aggregatzuſtandes ſehr beträchtliche Veränderungen in dem Brechungsvermögen nach ſich ziehen, ſo wird es nicht auffallend ſeyn, ſo groſse Verſchiedenheit zwiſchen den Wirkungen der Elemente in Gasgeſtalt und den derſelben Subſtanzen in ſtarrer oder flüſſiger Geſtalt zu finden. Wird aber das Brechungsvermögen einer Verbindung gleich ſeyn der Summe der ihrer Beſtandtheile, wenn man nur die gaſigen Verbindungen mit ihren ebenfalls gasförmigen Elementen vergleicht?

Um dieſe Frage zu beantworten, wird es nützlich ſeyn die ſpecifiſchen Brechungsvermögen (pouvoirs réfringens) zu berechnen im ſtrengen Sinne, den man dieſem Ausdruck gegeben hat. In der That um die Formel auf Verbindungen anzuwenden, muſs man die Gewichtsverhältniſſe durch die reſpectiven ſpecifiſchen Brechungsvermögen multipliciren, und da der Ausdruck für die letzteren im Nenner die Dichtigkeit einſchlieſst, ſo muſs dieſes Element verſchwinden. Es reicht alſo hin, die abſoluten Brechungsvermögen (puissances réfractives) für gleiche Elaſticitäten zu nehmen und die Volumensverhältniſſe und ſcheinbare Ver-

dichtung zu berückfichtigen. Die Reſultate dieſer Rechnung und die entſprechenden durch die Beobachtung gegebenen Zahlen ſind in der folgenden Tafel enthalten:

Abſolute Brechungsvermögen der zuſammengeſetzten elaſtiſchen Flüſſigkeiten, das der Luft = 1.

Namen der Gaſe	Brechungsvermögen beobachtet	Brechungsvermögen berechnet	Ueberſchuſs der Beobachtung üb. die Rechnung
Ammoniak . . .	1,309	1,216	+ 0,093
Stickſtoffoxydul .	1,710	1,482	+ 0,228
Stickſtoffoxydgas .	1,030	0,972	+ 0,058
Waſſer (*) . . .	1	0,933	+ 0,067
Phosgengas . . .	3,936	3,784	+ 0,0152
Salzäther	3,72	3,829	— 0,099
Hydrocyanſäure .	1,521	1,651	— 0,130
Kohlenſäure . . .	1,526	1,629	— 0,093
Hydrochlorſäure .	1,527	1,547	— 0,020

Man kann durch dieſe Tafel erſehen, daſs bei keiner gasförmigen Verbindung, deren Elemente für ſich im gasförmigen Zuſtande beſtehen können, das Brechungsvermögen gleich iſt der Summe der der Elemente.

*) Ich habe keine direkte Beobachtung über den Waſſerdampf gemacht. Man weiſs ſchon durch die Beobachtungen der Herren Biot und Arago, daſs das Brechungsvermögen dieſes Dampfes nicht merklich von dem der Luft abweicht. Hr. Arago hat ſeitdem durch ein beſonderes Verfahren erkannt, daſs das erſtere geringer iſt als das letztere, aber um eine Gröſse, die zu gering iſt, als daſs ſie den Unterſchied zwiſchen der Rechnung und der Beobachtung aufheben könnte.

Digitized by Google

Unter den neun Beiſpielen, welche ich anführe, ſind fünf, bei denen die Beobachtung den Calcul übertrifft, und vier, wo das Gegentheil Statt findet.

Hr. Avogadro, Mitglied der Akademie zu Turin, hat durch eine lange Reihe von rein ſpeculativen Arbeiten eine Relation zwiſchen dem ſpecifiſchen Brechungsvermögen und der ſpecifiſchen Wärme der Gaſe aufgeſucht *). Die Unregelmäſsigkeiten, welche man bei den Wärmecapacitäten der gasförmigen Flüſſigkeiten beobachtet, ſchreibt er der mehr oder weniger ſtarken Verwandtſchaft dieſer Körper für den Wärmeſtoff zu; und indem er als Grundſatz aufſtellt, daſs die Verwandtſchaft einer Verbindung gleich iſt der Summe der ihrer Elemente, verſucht er, welcher Potenz der ſpecifiſchen Wärmen man die Verwandtſchaften proportional annehmen müſſe, damit dem erwähnten Princip genügt werde. Er gelangt zu dem Reſultat: daſs die Verwandtſchaften der Körper für den Wärmeſtoff ſich verhalten, wie die Quadrate der ſpecifiſchen Wärme. Dieſe Relation läſst ſich nur auf die elaſtiſchen Flüſſigkeiten anwenden. Endlich, indem er noch eine gewiſſe Abhängigkeit zwiſchen den ſpecifiſchen Wärmen und den ſpecifiſchen Brechungsvermögen der Gasarten vorausſetzt, glaubt er durch andere Verſuche wahrgenommen zu haben, daſs die ſpecifiſchen Brechungsvermögen der einfa-

*) Memorie di Torino. T. XXVIII e XXIX; Biblioteca italiana, Dec. 1816 u. Jan. 1817; Atti della Società di Modena t. XVIII e XIX.

Digitized by Google

chen oder zuſammengeſetzten Gaſe genau dargeſtellt werden durch die Formel: $P = pA + (1 - p)\sqrt{A}$; wo P das ſpecifiſche Brechungsvermögen, p eine conſtante Zahl und A das bezeichnet, was er *Verwandtſchaftszahl* (*nombre affinitaire*) nennt, d. h. eine Zahl, die die Intenſität der anziehenden Kraft einer jeglichen Subſtanz ausdruckt.

Die Methode der Rechnung, welche der Hr. Verfaſſer anwendet, um zu ſeinen Formeln zu gelangen, iſt nicht frei von Tadel; aber da er ſich bloſs vorgenommen hat, ein empiriſches Geſetz aufzuſtellen, das mit den Beobachtungen verglichen werden muſs, ſo iſt wenig daran gelegen zu wiſſen, wie er verfahren hat, um dieſes zu entdecken. Das Weſentliche iſt, daſs es genau die Erſcheinungen darſtelle. Ich habe daher die Formel des Herrn Avogadro auf die Subſtanzen angewandt, für welche er die Verwandtſchaftszahl gegeben hat, und daraus die Werthe der Brechungsvermögen abgeleitet, die ſie nach der Theorie haben ſollen. Die folgende Tafel zeigt die Reſultate der Rechnung zuſammengeſtellt mit denen der Beobachtung:

Digitized by Google

Specifiſche Brechungsvermögen in Bezug auf das der Luft und berechnet nach der Formel des Hrn. Avogadro.

	Brechungsvermögen	
	beobachtet	berechnet
Chlor	1,074	1,0027
Stickſtoffoxyd ul . .	1,136	0,990
Stickſtoffoxydgas . .	0,976	0,955
Oelbildendes Gas . .	2,348	2,204
Cyan	1,557	1,169
Blauſäure	1,621	1,414
Phosgengas	1,153	1,023
Sumpfgas	2,667	2,835
Schwefeläther . . .	2,051	2,071
Salzäther	1,663	1,647

Mit Ausnahme des Schwefel- und Salzäthers, für welche nur eine ziemlich geringe Differenz zwiſchen den beobachteten und berechneten Zahlen Statt findet, ſieht man, daſs die Formel des Hrn. Avogadro weit entfernt iſt mit der Erfahrung übereinzuſtimmen.

Wenn man die Urſache jener Zu- oder Abnahme des Brechungsvermögens, von der oben die Rede war, in den Verhältniſſen der Verbindung, in der beſonderen Art der Condenſation ſucht, ſo findet man kein conſtantes Verhalten. Bei dem Stickſtoffoxydgaſe z. B., in welchem die Elemente in gleichem Volumen und ohne Verdichtung vorhanden ſind, bemerkt man einen Anwuchs von mehr als 6 Hundertel, während die Chlorwaſſerſtoffſäure, bei denſelben Bedingungen, nur eine Verminderung von $1\frac{1}{4}$ pr. Ct. zeigt.

Das Phosgengas und der Salzäther enthalten ihre Elemente in demſelben Verhältniſſe und in gleicher

Digitized by Google

Verdichtung. Deſſenungeachtet iſt bei dem erſteren eine Verringerung von beinahe 2 pr. Ct. und bei dem zweiten eine Vermehrung von 5 pr. Ct. vorhanden.

Das Stickſtoffoxydulgas und die Kohlenſäure, letztere als aus Kohlenoxyd und Sauerſtoff beſtehend angeſehen, bieten einen noch überraſchenderen Gegenſatz dar. Hier ſind auch dieſelben Verhältniſſe und dieſelbe Verdichtung, aber an dem erſteren bemerkt man eine Vermehrung von $\frac{1}{4}$, und an dem zweiten eine Verringerung von beinahe 1 pr. Ct.

Sucht man die Urſache dieſes Widerſpruches den mehr oder weniger beträchtlichen Wärmemengen zuzuſchreiben, welche ſich während des Actes der Verbindung entwickeln, ſo entdeckt man ebenfalls keine beſtändige Relation.

Ich habe der Beobachtung faſt alle Körper unterworfen, welche die erforderlichen Bedingungen vereinigen. Die Zahl derſelben iſt unglücklicherweiſe ſehr gering; wenn es aber erlaubt wäre, daraus allgemeine Schlüſſe zu ziehen, ſo würde man zu dieſem Geſetz gelangen: daſs das ſpecifiſche Brechungsvermögen einer binären Verbindung gröſser iſt als die Summe der ihrer Elemente, ſobald die Verbindung neutral oder alkaliſch iſt, und daſs das Gegentheil Statt findet, wenn die Verbindung ſaure Eigenſchaften zeigt. Der Salzäther, den man als neutral betrachten kann, und das Phosgengas, das entſchieden ſauer iſt, ſcheinen dieſem Geſetz zu widerſprechen; man muſs aber erwägen, daſs dieſe Verbindungen drei Grundelemente enthalten, die wahrſcheinlich zu zwei binären, eins der Elemente gemeinſchaftlich beſitzenden, Verbindungen vereinigt ſind. Dieſe binären Verbindungen,

Digitized by Google

die unmittelbaren Beſtandtheile der in Rede ſtehenden Körper ſind es, welche man mit einander vergleichen müſste.

Es folgt alſo aus dieſen Unterſuchungen, daſs die Wärmecapacitäten der Körper und die ſpecifiſchen Brechungsvermögen derſelben nicht, wie man bisher geglaubt hat, zu einer und derſelben Ordnung von Dingen gehören. Die Capacitäten haben eine erweisliche Beziehung zu den Maſſen der Molekel; die Brechungsvermögen ſcheinen davon unabhängig zu ſeyn.

Ein einfaches Verhältniſs zwiſchen den abſoluten Brechungsvermögen der einfachen oder zuſammengeſetzten Stoffe iſt ſelbſt dann nicht vorhanden, wenn man dieſe Eigenſchaften unter Umſtänden beobachtet, wo die molekularen Actionen am leichteſten vergleichbar ſeyn müſſen und wo die Form und die Anordnung der Theilchen keinen Einfluſs ausüben können.

Die Ungleichheit der Geſchwindigkeit des Lichtes in verſchiedenen Gaſen von gleicher Temperatur und unter gleichem Druck, ſcheint von dem eigenthümlichen elektriſchen Zuſtande der Molekel einer jeden Stoffgattung abzuhängen. Spricht man im Sinne der Undulations-Hypotheſe, die ſich beſſer mit dieſen neuen Ideen zu vereinbaren ſcheint, ſo würde die Geſchwindigkeit des Lichtes um ſo mehr verlangſamt werden, als die Molekel ſtärker poſitiv wären.

Ich habe verſucht, doch ohne Erfolg, dieſe Vermuthung durch einen direkten Verſuch zu beweiſen. Ich habe in das Glasprisma, das zu den vorhin beſchriebenen Verſuchen diente, nach einander gemeine

Digitized by Google

Luft, Waſſerſtoffgas und Kohlenſäure einſtrömen laſſen, welche unmittelbar vor der Hineinleitung mit einem elektriſirten Conductor in Berührung waren, habe aber keine merkliche Veränderung in dem Brechungsvermögen dieſer Gaſe wahrgenommen. Indeſs iſt möglicherweiſe die künſtliche Elektricität, welche ſich in dieſem Falle den Molekeln der elaſtiſchen Flüſſigkeiten anhängt, unvergleichlich geringer, als die, welche ihre natürlichen Atmoſphären bildet. Wenn man auch überdieſs dahin gelangte, die von mir hier ausgeſprochene Vermuthung auſser Zweifel zu ſetzen, ſo könnte man doch die Erſcheinungen nur auf eine ſehr ſchwankende Art erklären, und beim gegenwärtigen Zuſtande der Wiſſenſchaft ſieht man ſelbſt kein Mittel, über dieſe Art von Dingen genaue Meſſungen anzuſtellen, noch Geſetze durch den Calcul zu entdecken.

Digitized by Google

III.

Ueber die Schwefelſalze;

von

J. J. Berzelius.

(Aus den Kongl. Vetenks. Acad. Handl. 1825. St. II.)

Bei einer Unterſuchung über die Natur und Zuſammenſetzung der ſogenannten Schwefelkalien *) habe ich gezeigt, daſs elektropoſitive Schwefelmetalle, — welche entſtehen, wenn Salzbaſen durch Schwefelwaſſerſtoffgas zerſetzt werden, und folglich vom Schwefel eine eben ſo groſse Anzahl von Atomen enthalten, wie die zerſetzten Oxyde vom Sauerſtoff enthielten, — gegen elektronegative Schwefelmetalle die Rolle von Salzbaſen ſpielen können, und daſs aus ihrer Verbindung Salze entſtehen, von denen viele im Waſſer auflöslich ſind und in welchen der Schwefel die nämliche Rolle ſpielt, wie der Sauerſtoff in den ſchon bekannten Salzen. Es iſt dieſe neue Klaſſe von Körpern, welche ich *Schwefelſalze* nenne, und im Gegenſatz zu ihnen verſtehe ich unter dem Namen: *Sauerſtoffſalze*, ſolche, die aus einer oxydirten Baſis vereinigt mit einer ſauerſtoffhaltigen Säure beſtehen.

Seit dem Augenblick, als man bei Erklärung der chemiſchen Erſcheinungen von elektriſchen Anſichten auszugehen anfing, war es eine nothwendige Folge einzuſehen, daſs die entgegengeſetzten elektriſchen

*) K. V. Acad. Handl. 1821. p. 145.

Digitized by Google

Tendenzen der Körper zwei Klaſſen von Erſcheinungen hervorbringen, analog in jeder Klaſſe. Die Aehnlichkeit zwiſchen den Eigenſchaften der elektropoſitiven Verbindungen nennen wir *Baſicität*, und die zwiſchen den elektronegativen *Acidität*. Durch dieſe Anſicht iſt begreiflich geworden, was man zuvor nicht verſtehen konnte, daſs ein mit Waſſerſtoff vereinigter Körper, welcher ein baſiſches Oxyd zu zerſetzen ſtrebt, während er zugleich die elektrochemiſchen Eigenſchaften des Radikals neutraliſirt, — eben ſo gut ſauer ſchmecken und auf Pflanzenfarben reagiren könne, wie eine Säure, gleich als ſey er mit Sauerſtoff vereinigt und neutraliſire die oxydirte Baſis, ohne ſie zu zerſetzen. Ein Beiſpiel hiezu haben wir an der Chlorwaſſerſtoffſäure (der Salzſäure), welche die Baſen zerſetzt, und an der Chlorſäure (der überoxydirten Salzſäure), welche ſich mit dieſen verbindet. Das Produkt iſt in beiden Fällen ähnlich und hat die Eigenſchaften, welche die Salze auszeichnen, ungeachtet es im erſten Falle nur aus zwei und im letzteren aus drei Elementen beſteht, oder anders betrachtet, im erſteren Fall aus zwei *einfachen Körpern* und im letzteren aus zwei *Oxyden*. Was wir ein *Salz* nennen, müſste folglich aus einem elektriſchen Verhalten beſtimmt werden, ohne Rückſicht auf die Anzahl der Beſtandtheile. Wir nennen deshalb die Vereinigung von Chlor und Natrium ein Salz, weil beide Körper ihre elektriſchen Relationen einander gänzlich vernichten. Der Umſtand, daſs Chlor ein elektropoſitives Metall neutraliſirt, der Sauerſtoff aber nicht eine gleiche Wirkung erzeugt, liegt nicht in der ungleichen elektriſch-chemiſchen Intenſität dieſer Körper, denn dann

Digitized by Google

müſste, wenn nicht die Verbindung von einem Atom Natrium mit zwei Atomen Sauerſtoff, d. h. das Natron, neutral wäre, es doch eine Verbindung mit mehreren Atomen werden. Aber Natriumſuperoxyd iſt es nicht, ſondern hat ſtatt deſſen beſtimmt verſchiedene elektronegative Reactionen des Sauerſtoffes angenommen. Wenn dagegen ein elektropoſitives Metall in mehreren Verhältniſſen mit Chlor vereinigt wird, ſo ſind die Verbindungen ſämmtlich Salze. Die Urſache zu dieſer charakteriſtiſchen Verſchiedenheit in dem Verhalten kann folglich nicht einer ungleichen elektriſchen Intenſität zugeſchrieben werden, ſondern muſs in einer anderen ungleichen Beſchaffenheit der wägbaren Materie, woraus dieſe Körper beſtehen, geſucht werden.

Die *elektronegativen* Körper theilen ſich in dieſer Hinſicht in drei Klaſſen, nämlich:

1) In ſolche, welche die elektropoſitiven Metalle zu Salzen neutraliſiren und ich *Salzbilder* (Saltbildare, Corpora halogenia) nenne: *Chlor*, *Jod*, und *Fluor*.

2) In ſolche, welche die Metalle nicht neutraliſiren, ſondern mit ihnen elektropoſitive und elektronegative Verbindungen (Baſen und Säuren) hervorbringen, aus welchen ebenfalls Salze entſtehen. Für dieſe will ich den Namen: *Säuren- und Baſen-Bilder* (*Syre- och Bas-bildare*, *Corpora amphigenia*) vorſchlagen; doch werde ich ſie in dem Folgenden, der Kürze wegen, nur *Baſenbilder* nennen, weil in einem Salze Baſe und Säure immer dieſelben elektronegativen Beſtandtheile enthalten. Dieſe ſind: *Sauerſtoff*, *Schwefel*, *Selen* und *Tellur*.

Digitized by Google

3) In ſolche, die keine der Eigenſchaften beſitzen, durch welche die beiden vorhergehenden Klaſſen charakteriſirt werden, die aber mit Körpern von andern Klaſſen Säuren bilden, nämlich: *Stickſtoff*, *Waſſerſtoff*, *Phosphor*, *Bor*, *Kohle*, *Kieſel*, *Arſenik* und die *elektronegativen* Metalle.

Die *elektropoſitiven* Körper dagegen ſämmtlich bilden *Salze* mit der erſten, *Baſen* mit der zweiten, und *Legirungen* mit der dritten Klaſſe der elektronegativen Körper, und machen unter dieſem Geſichtspunkt nur eine einzige Reihe aus.

Nicht alle Chemiker haben den Grund dieſes Lehrgebäudes unbedingt zugegeben, ſondern einige nehmen noch waſſerſtoffſaure Salze an, z. B. hydrochlorſaure, hydrojodſaure; aber dieſe Annahme macht die Sache noch verwickelter. Es kann hier nicht der Ort ſeyn, darüber in Unterſuchung einzugehen, und ich bemerke daher bloſs, daſs diejenigen, welche meinen, eine Löſung von Kochſalz in Waſſer verhalte ſich zum feſten Kochſalz eben ſo, wie eine Löſung des Salpeters zum feſten Salpeter, die Gründe für das obige Lehrgebäude angenommen haben, und daſs diejenigen, welche dieſes nicht zugeben, annehmen müſſen, die Löſung des Kochſalzes in Waſſer enthalte einen Körper, hydrochlorſaures Natron, der zu einer andern Klaſſe von Verbindungen gehöre, als das feſte Kochſalz, und in dieſer Hinſicht ſich mehr von dem letzteren unterſcheide, als z. B. Schwefeleiſen von Eiſenvitriol, weil der Vitriol nur Schwefeleiſen vereinigt mit Sauerſtoff enthält, das hydrochlorſaure Natron aber neben dem Chlornatrium beides, Sauerſtoff und Waſſerſtoff, enthalten müſſe.

Digitized by Google

Der Zweck dieſer Abhandlung iſt: eine nähere Entwicklung der Eigenſchaften, welche die Charaktere der zweiten Klaſſe von elektronegativen Körpern, d. h. der Baſenbilder, ausmachen. Die Eigenſchaften des Sauerſtoffes ſind in dieſer Hinſicht bekannt und wir werden ſehen, daſs der Schwefel das Verhalten des Sauerſtoffes auf eine ſolche Weiſe nachahmt, daſs man von dem beim Sauerſtoff Bekannten, mit vieler Sicherheit zu dem Unbekannten beim Schwefel übergehen kann.

Die Fragen, welche ich zu beantworten ſuchte, ſind folgende: Sind die elektronegativen Schwefelmetalle ihrer Zuſammenſetzung nach proportional mit den elektronegativen Oxyden und folgen ſie, bei ihren Verbindungen mit elektropoſitiven Schwefelmetallen denſelben Geſetzen, wie die Oxyde, d. h. mit andern Worten: Können die Sauerſtoffſalze ſich in Schwefelſalze verwandeln, dadurch, daſs der Sauerſtoff gegen eine Anzahl von Schwefelatomen ausgetauſcht wird?

Setzt das Daſeyn einer Sauerſtoffſäure nothwendig eine entſprechende elektronegative Schwefelverbindung voraus?

Welche Körper können mit hinlänglichem Grund zur Klaſſe der Baſenbilder gerechnet werden? Auf dieſe Frage habe ich ſchon in dem Vorhergehenden im Voraus geantwortet.

Nomenclatur.

Ich werde hier eine groſse Anzahl zuvor ganz unbekannter Verbindungen aufführen, welche nothwendig mit Namen unterſchieden werden müſſen. — Nach

Digitized by Google

den zuvor von mir gegebenen Ideen zerfallen die Salze in zwei Klaſſen; die einen, welche entſtehen, wenn ein Salzbilder ſich mit einem elektropoſitiven Metalle verbindet, nenne ich *Haloidſalze*, die anderen, welche von einer Baſis und einer Säure gebildet werden, nenne ich *Amphidſalze*. Dieſe theilen ſich wieder nach den verſchiedenen Baſenbildern, welche ſie enthalten, in Sauerſtoffſalze, Schwefelſalze, Selenſalze und Tellurſalze. Dieſe Benennungen muſs man wohl auffaſſen, damit man nicht z. B. die Tellurſalze verwechsle mit den tellurſauren Salzen oder mit den Telluroxydſalzen. Denn in den erſteren iſt das Tellur der Baſenbilder, in dem zweiten das Radikal der Säure, und in den dritten die Salzbaſe, wie ſich leicht von ſelbſt verſteht.

Zu einer leichten Benennung der Haloidſalze habe ich keinen zweckmäſsigeren Ausweg gefunden, als der Nomenclatur der Oxyde zu folgen. Wie ich es ſchon in der vorhergehenden Abhandlung bemerkt habe, ſage ich folglich: Eiſenchlorur ſtatt ſalzſaures Eiſenoxydul, und Eiſenchlorid ſtatt ſalzſaures Eiſenoxyd. Für höhere und niedere Verbindungen gebrauche ich die Worte: *ſub* oder *ſuper*, z. B. Superchlorid, Subchlorur.

Es gehört aber zu einer vollſtändigen Uebereinſtimmung der Haloidſalze mit den Amphidſalzen, daſs ſie ſowohl baſiſche als ſaure Salze bilden können. Die baſiſchen beſtehen aus dem Oxyd eines elektropoſitiven Metalles verbunden mit dem Haloidſalz deſſelben Metalles, aber ſtets ſo, daſs das Oxydul mit dem Chlorur und das Oxyd mit dem Chlorid verbunden iſt. Die Benennung *baſiſch* bezeichnet alſo richtig die Verbin-

Digitized by Google

dung des Salzes mit einer Basis; in Fällen, wo es mehrere Verbindungsstufen mit den Basen giebt, gebrauche ich die Worte: basisch, doppelt basisch, dreifach basisch, u. s. w. je nachdem das Oxyd entweder gleichviel, oder zweimal, oder dreimal soviel Metall enthält, wie das Haloidsalz. Bis jetzt kennen wir nur Verbindungen von Oxyden mit Haloidsalzen; es ist aber nicht unmöglich, dass wir künftig auch Verbindungen von Schwefelmetallen mit diesen entdecken werden. Aus einem gleichen Grunde sage ich z. B. saures Goldchlorid, saures Fluorkalium, wenn ein Haloidsalz chemisch mit der Wasserstoffsäure eines Salzbilders verbunden ist.

Wenn ich hier eine neue Nomenclatur für die Amphidsalze aufzustellen hätte, so würde ich von der Vorstellung ausgehen, dass das Radikal der Säure mit dem Basenbilder-Gehalt der Säure und der Base zu einem zusammengesetzten Salzbilder verbunden sey, mit welchem das Radikal der Basis ein Haloidsalz gebe. Dadurch würde die Nomenclatur für die Salze durchweg analog werden. Da wir indess für die Sauerstoffsalze eine allgemein bekannte und gebrauchte Benennungsart angenommen haben, so würde es gewiss unnütz seyn, dieselbe abzuschaffen suchen, weil jede Art von Namenveränderung ein grosses Unglück für die Wissenschaft ist, und nur durch die dringendste Nothwendigkeit gerechtfertigt werden kann. Da Versuche die vollkommenste Analogie zwischen den Schwefelsalzen und Sauerstoffsalzen nachgewiesen haben, so wird es leicht den ersteren analoge Benennungen mit den letzteren zu geben. Wenn so z. B. die Sauerstoffatome bei der Arsenikssäure gegen eine glei-

Digitized by Google

che Anzahl von Schwefelatomen ausgetauſcht werden, nenne ich die Verbindung (im Schwediſchen): *Arseniksvaſla;* wenn aber daſſelbe mit der arſenigen Säure geſchieht, nenne ich ſie: *Arseniksvalighet*, und die noch niedere Schwefelungsſtufe, welche ſich mit elektropoſitiven Schwefelmetallen vereinigt, nenne ich: *Underarseniksvaſlighet.* Für den allgemeinen Begriff eines Schwefelmetalles bediene ich mich des Wortes: *Svaſla* (von *Svafvel*, der Schwefel, abgeleitet), gleichwie wir (im Schwediſchen) ſagen *Syra* (d. h. Säure, woraus in der ſchwediſchen Sprache das Wort: *Syre*, Sauerſtoff, abgeleitet iſt. Eben ſo ſind die Wörter: *Svaflighet*, *Selenighet*, *Tellurighet* dem Worte: *Syrlichhet*, das wir im Deutſchen durch: *unvollkommne Säure* wiedergeben, nachgebildet worden *P.* *)).

*) Die Ueberſetzung der hier von dem Hrn. Verfaſſer gewählten ſchwediſchen Kunſtwörter, oder vielmehr die Bildung neuer Namen, von gleicher Bedeutung mit jenen und im Sinne der bei uns gebräuchlichen Nomenclatur, hat groſse Schwierigkeiten, wenn dabei alle Anforderungen befriedigt werden ſollen. Es giebt zwar manche Analogien, nach denen ſich hier und da ein paſſendes Wort zuſammenſetzen oder ableiten läſst; aber im Deutſchen die hier vorkommenden Verbindungen auf eine conſequente und tadelloſe Weiſe, beſonders im Allgemeinen, zu bezeichnen, halte ich faſt für unmöglich; es ſey denn, man wolle mit der Nomenclatur, welche bei uns für die Sauerſtoffverbindungen beſteht, ſo wie mit den Namen mehrerer elementaren Körper, ſehr gewaltſame Aenderungen vornehmen. Da dieſes aber zur Zeit nicht wohl thunlich iſt, und ich auch zu einem ſolchen Geſchäfte weder Beruf noch Neigung fühle, ſo habe ich mich für die gegenwärtige Abhandlung nur darauf beſchränkt, die von dem Hrn. Verfaſſer eingeführten ſchwediſchen Benennungen verſtändlich zu machen. Die all-

Digitized by Google

Die elektropoſitiven Schwefelmetalle im Allgemeinen werden *Schwefelbaſen* genannt. Wo ſich bloſs ein einziges von ihnen findet, ſage ich z. B. Schwefelkalium, Schwefelblei, wo aber zwei vorhanden ſind, ſage ich z. B. Schwefeleiſen für FeS^2, und Eiſenſchwefel für FeS^3.

Auf dieſelbe Weiſe ſage ich: *Selena*, *Tellura*, *Selenighet*, *Tellurighet*, *Selenbase*, *Tellurbase*.

Die Nomenclatur der Salze bildet ſich hieraus von ſelbſt. So ſage ich: *arſenikgeſchwefeltes*, *arſenikgeſelentes*, *arſenikgetellurtes*, *arſenigtgeſchwefeltes*, *arſenigtgeſelentes*, *arſenigtgetellurtes*, *unterarſenikgeſchwefeltes*; u. ſ. w. *Schwefelkalium*. Die verſchiedenen Sättigungsgrade werden ſo bezeichnet: die mit Ueberſchuſs am elektronegativen Schwefelmetall z. B. durch anderthalbfach arſenikgeſchwefeltes, zweifach,

gemeinen Ausdrücke ſind hier deshalb unüberſetzt geblieben und da, wo ſie nöthig waren, entweder die alten Namen gebraucht, oder, wo dieſe fehlten, durch Umſchreibungen erſetzt. Ich glaube kaum, daſs daraus Miſsverſtändniſſe entſtanden ſeyn werden. Was die ſpeziellen Benennungen, ſowohl der hier vorkommenden Verbindungen, als auch vieler anderen, der Idee nach möglichen, betrifft; ſo laſſen ſie ſich offenbar auf mehr als eine Art im Deutſchen ausdrucken. Wollte man ſich nämlich dazu verſtehen, die verſchiedenen binairen Verbindungen eines und deſſelben Radicals etwa ſo zu unterſcheiden, wie: Chlorphosphor, chloriger Phosphor; Phosphorwaſſerſtoff, phosphoriger Waſſerſtoff, u. ſ. w. und dem analog z. B. die Schweflungsſtufen des Arſeniks zu bezeichnen, durch: Schwefelarſen (AsS^6), Schwefligarſen (AsS^3), Unterſchwefligarſen (AsS^2) u. ſ. w.; ſo könnte man

dreifach, vierfach u. ſ. w. arſenikgeſchwefeltes, je nachdem das elektronegative Schwefelmetall in dem Salze ein Multiplum iſt, mit $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4 des Verhältniſſes zur Baſe in dem neutralen Salze — die mit Ueberſchuſs an Baſis, durch: Zweidrittel, Halb, Drittel, u. ſ. w. arſenikgeſchwefeltes, je nachdem die Menge des Schwefels in dem baſiſchen Salze mit $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ u. ſ. w. abnimmt. Dieſe Art, die verſchiedenen Sättigungsgrade zu benennen, iſt ſchon früher von Leopold Gmelin für die Sauerſtoffſalze angewandt.

In der lateiniſchen Nomenclatur, welche ich als das gemeinſchaftliche Band zwiſchen den Nomenclaturen aller Sprachen betrachte, nenne ich die Baſen: *Sulphuretum*, *Selenietum*, *Telluretum*, und unterſcheide die verſchiedenen Verbindungsgrade durch die bequemen Endigungen *osum* und *icum*, z. B. sul-

die Schwefel-, Selen- u. ſ. w. Salze nach folgenden Beiſpielen benennen:

ſchwefelarſentes, ſelenarſentes ſchwefligarſentes, ſelenigarſentes unterſchwefligarſentes u. ſ. w. ſchwefelwaſſerſtoffes u. ſ. w.	Schwefeleiſen Schwefligeiſen u. ſ. w.

Eine ſolche Nomenclatur iſt, wie alle bisherige, nicht frei von Mängeln, hat aber gewiſs auch ihre guten Seiten. Indeſs druckt ſie nicht das aus, was von dem Hrn. Verfaſſer in die ſchwediſche Nomenclatur hineingelegt iſt, und da es ſich zunächſt hier nur darum handelt, die Anſichten des Hrn. Verf. getreu zu überliefern, ſo habe ich geglaubt, auch die von demſelben in ſeinem Lehrbuche eingeführte deutſche Nomenclatur beibehalten zu müſſen. Dieſe iſt es, welche hier im Texte gebraucht wird.

(P.)

Digitized by Google

furetum ferrosum und sulfuretum ferricum, wobei die Endigung *icum* immer denen gegeben wird, deren proportionale Oxyde diese Endigung haben. Für die Verbindung der elektronegativen Körper mit den Basenbildern gebrauche ich die Worte: *sulfidum*, *selenidum*, *telluridum*, analog mit *acidum*, z. B. sulfidum arsenicicum, sulfidum arsenicosum, sulfidum hyparsenicosum.

Bei Benennung der Salze lege ich das Princip zum Grunde, dafs die Namen durch ihren Anfang den in dem Salze enthaltenen Basenbilder zu erkennen geben und dafs man solchergestalt eigentlich sagen müfste z. B. Oxyarsenias ferricus, Oxyarseniis ferrosus, um damit zu bezeichnen, dafs das Salz ein Sauerstoffsalz sey; dafs man aber, der Bequemlichkeit wegen, bei der Nomenclatur der Sauerstoffsalze, welche so häufig vorkommt, die Andeutung von dem Namen des Basenbilders fortlasse, ihn dagegen für die übrigen Amphidsalze immer beibehalte. Also sage man *Sulfarsenias*, *Sulfarseniis*, *Selenarsenias*, *Tellurarsenias kalicus*, *ferrosus*, u. s. w., worin der Anfang des Namens beständig den in dem Salze enthaltenen Basenbilder und seine Endigungen die Atomenanzahl zu erkennen giebt. Die Zahlwörter für die Bezeichnung der sauren und basischen Salze bleiben dieselben wie für die Nomenclatur der Sauerstoffsalze, z. B. Bisulfarsenias kalicus, Sulfarsenias sesquikalicus.

Sollte der Fall eintreten, dafs eine Sauerstoffbasis mit einem Schwefelsalz vereinigt würde, gleichwie mit einem Haloidsalz, so erfordert dieses ohne Zweifel ebenfalls eine besondere Benennung; es bleibt aber Zeit

Digitized by Google

genug, sie alsdann festzusetzen, wenn ihr Gebrauch nothwendig wird.

Man hat in den letzteren Zeiten oft die Schwierigkeiten gezeigt, welche eine Nomenclatur begleiten, die zugleich Definition ist. Diese Schwierigkeiten sind grofs und wachsen im Verhältnifs mit der Menge der Bestandtheile, aber sie überwiegen dennoch nicht die Vortheile, dafs nachdem die Principien in wenig Worten niedergelegt wurden, tausende von Namen gegeben sind, die ein jeder versteht, wenn sie zum ersten Male genannt werden.

Einige könnten mir vielleicht vorwerfen, dafs die lateinische Nomenclatur, welche ich befolge, nicht übereinstimmt mit der von Thomson eingeführten Methode, nach welcher Zahlwörter gebraucht werden, um die verschiedenen Oxydationsstufen der Oxyde zu bezeichnen und, bei Benennung der Salze, sowohl das Zahlwort, was die Zusammensetzung der Base ausdrückt, als auch das, was den Sättigungsgrad des Salzes bezeichnet, dem Namen der Säure beigefügt wird, wie z. B. Subprotosulfas, Subbipersulfas etc., welche Methode von den französischen und englischen Chemikern mit einiger Einschränkung befolgt wird; es ist aber meine Ueberzeugung, dafs dieses übereilte Verfahren, um sich für den Augenblick zu helfen, in einer consequenten Entwicklung der Lehre von den Salzen nicht beibehalten werden kann.

I. Wasserstoffgeschwefelte Salze.

Der Schwefelwasserstoff (*Svafvelbundet väte*), als Säure betrachtet, mufs nach den Grundsätzen der

von mir ſo eben gegebenen Nomenclatur (in Schwediſchen) *vätesvafla* genannt werden, und in der lateiniſchen Nomenclatur *Sulfidum hydricum* ſtatt acidum hydrosulfuricum, wie man ihn zuvor nannte. Die Verbindungen deſſelben mit Schwefelbaſen erhalten den Namen *waſſerſtoffgeſchwefelte Salze*, Sulfohydrates.

Man iſt gewohnt, die Säuren, welche der Waſſerſtoff mit Schwefel, Selen und Tellur bildet, als analog denen zu betrachten, welche jener mit Chlor, Jod und Fluor giebt; aber dieſe Analogie erſtreckt ſich faſt nur auf die Zuſammenſetzung. Die letztgenannten Säuren zerſetzen die Salzbaſen und es entſtehen Salze, da hingegen die erſteren, ohne daſs daraus Salze entſtehen, jene in eine Schwefel-, Selen- oder Tellurbaſis verwandeln, mit welchen von einigen wenigen der ſtärkeren Baſen hernach der Waſſerſtoff ſich zu einem Salze vereinigt. So z. B. wenn der Schwefelwaſſerſtoff mit Kali vereinigt wird, zu dem, was man ſonſt Hydrothionkali nannte, ſo wird der Schwefelwaſſerſtoff zerſetzt, der Waſſerſtoff deſſelben bildet Waſſer mit dem Sauerſtoff des Kali und es entſteht Schwefelkalium (KS^2), worauf die aufs Neue zugeſetzten Portionen vom Schwefelwaſſerſtoff ſich mit dem Schwefelkalium zum waſſerſtoffgeſchwefelten Schwefelkalium vereinigen. Das waſſerſtoffgeſchwefelte Salz zerſetzt alle Sauerſtoffbaſen, ſelbſt das Oxyd ſeines eigenen Metalles. Man findet dieſes leicht dadurch, daſs wenn man in einer concentrirten Auflöſung von waſſerſtoffgeſchwefeltem Schwefelnatrium kauſtiſches Natron mit Hülfe der Wärme auflöſt und die Flüſſigkeit langſam abdunſten läſst, — Schwefelnatrium in langen prismatiſchen Kryſtallen an-

Digitized by Google

ſchieſst *), welche Manganchlorur zu Schwefelmangan fällen ohne die geringſte Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoff.

Wenn dagegen auf eine gleiche Weiſe die Waſſerſtofffäure eines Salzbilders mit einem Haloidſalz vereinigt wird, ſo iſt es ein ſaures Salz, eben ſo ſauer als ſaures ſchwefelſaures Kali, z. B. ſaures fluſsſaures Kali, eiſenhaltige Blauſäure. Hier iſt eine ſcharfe und beſtimmte Gränze zwiſchen den *Waſſerſtofffäuren der Salzbilder* und den *Waſſerſtofffäuren der Baſenbilder*, die folglich zwei verſchiedene Klaſſen ausmachen; die erſteren verbinden ſich nicht mit den Salzen, zu

*) Da dieſe Schwefelbaſis (NaS^2) im iſolirten Zuſtand zuvor noch nicht von Jemand beſchrieben worden iſt, ſo werde ich hier einige ihrer Eigenſchaften mittheilen. Sie ſchieſst in rechtwinklig vierſeitigen Prismen mit vierſeitiger Zuſpitzung an. Sie iſt ſo ſchwerlöslich in Alkohol, daſs die Kryſtalle mit Alkohol abgewaſchen werden können, und daſs eine concentrirte Auflöſung von ihr in Waſſer durch Alkohol gefällt wird. Sie ſchmeckt zuerſt etwas hepatiſch und hernach ſcharf und beiſsend, wie kauſtiſches Natron, obgleich ſie nicht deſſen auflöſende Kraft auf die Haut beſitzt. Sie reagirt alkaliſch, wird auf der Oberfläche an der Luft feucht, ohne flüſſig zu werden, und verwandelt ſich allmälig in ſchwefelſaures Natron. In einer Retorte erhitzt, ſchmilzt ſie in ihrem Kryſtallwaſſer, und in dem Maaſse als dieſes verfliegt, ſetzt ſich ein ſchweres weiſses Pulver ab, welches nicht eher verändert wird, als in ſtrenger Glühhitze, worauf es gelb wird durch Einwirkung der Kieſelſäure des Glaſes, die durch Aufnahme des Natrons NaS^4 bildet. *Schwefelkalium* (KS^2) wird auf gleiche Weiſe erhalten, ſchieſst aber nicht an. Aus einer concentrirten Löſung ſcheidet waſſerfreier Alkohol es in Form einer ölartigen Flüſſigkeit ab. Von vielem Alkohol wird es aufgelöſt.

Digitized by Google

welchen sie Entstehung geben, dahingegen die letzteren als Säuren sich mit der Basis, die sie gebildet haben, vereinigen.

Die Anzahl der Salze, welche die Wasserstoffsäure eines Basenbilders geben kann, ist sehr eingeschränkt, und bis jetzt kennen wir nicht mehr als acht, die mit Alkalien und alkalischen Erdarten gebildet werden. Mangan-, Zink-, Cer-, Eisen-, Beryllerde- und Ytererde-Salze werden von ihnen mit Entwicklung von Schwefelwasserstoff in Gasform gefällt, zum Beweise, dass diese Schwefelbasen sich nicht mit der Wasserstoffsäure vereinigen.

Die wasserstoffgeschwefelten Salze von Kalium, Natrium und Ammonium sind den Chemikern wohl bekannt; dagegen sind die übrigen bis jetzt nicht untersucht worden.

Wasserstoffgeschwefeltes Schwefellithium wird am Besten erhalten, wenn schwefelsaures Lithion in einer Porzellanretorte durch Glühen mit Kohlenpulver zersetzt wird und man die kohlige Masse, welche sich leicht entzündet, wenn sie an die Luft kommt, in Wasser schüttet, die Lösung filtrirt und mit Schwefelwasserstoff neutralisirt. Ich erhielt eine farblose Auflösung, welche in einer Retorte in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas bis zur dünnen Syrupconsistenz abgedunstet wurde. Aus der Auflösung hatte sich nach dem Verdunsten ein weisses Salz abgesetzt, das kohlensaures Lithion war, wovon noch etwas mehr durch Abkühlung der concentrirten Flüssigkeit bis zu — 10° erhalten wurde. Die syrupsdicke Masse war blass honiggelb. Sie wurde im luftleeren Raum noch weiter über calcinirte Pottasche abgedun-

Digitized by Google

ſtet. (Schwefelſäure eignet ſich nicht zum Verdunſten der Schwefelſalze, weil, wenn ſich Schwefelwaſſerſtoffgas entwickelt, daſſelbe von der Säure aufgenommen wird und dieſe ſtatt deſſen ſchweflige Säure entwickelt, welche von der abzudunſtenden Flüſſigkeit condenſirt wird.) Als die Löſung eine ſolche Conſiſtenz erreicht hatte, daſs ſie kaum mehr floſs; war ſie durchwebt von einer verworrenen Salzmaſſe, in welche ſie zuletzt gänzlich verwandelt wurde. Dieſe wird an der Luft feucht und iſt leicht löglich in Alkohol. An freier Luft verdunſtet, ſetzt ſie gelbe lange prismatiſche Kryſtalle von LS^4 ab.

Wenn Schwefelwaſſerſtoff über glühendes kohlenſaures Lithion geleitet wird, erhält man eine dunkelbraune Maſſe, die zuletzt ſchmilzt und nach dem Erkalten faſt farbenlos wird, ſich ein wenig ins Gelbe zieht. Sie fällt Manganſalze mit Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoff und iſt folglich waſſerfreies waſſerſtoffgeſchwefeltes Schwefellithium, welches, gleich den entſprechenden Salzen der übrigen feuerfeſten Alkalien, das Glühen erträgt.

Waſſerſtoffgeſchwefeltes Schwefelbarium. Baryterdehydrat wird mit Waſſer vermiſcht, und ein Strom von Schwefelwaſſerſtoffgas hineingeleitet. Die Auflöſung, welche man nach 24 Stunden lang fortgeſetzter Operation erhält, wird in einer Retorte in einer Atmoſphäre von Waſſerſtoffgas abgedunſtet. Während des Erkaltens ſchieſsen zweierlei Kryſtalle an. Die einen beſtehen aus farbloſen ſechsſeitigen Tafeln, und die anderen aus langen gelben Prismen. Keine von beiden wurden als das waſſerſtoffgeſchwefelte Salz befunden. Die ſechsſeitigen Tafeln waren das Hydrat

Digitized by Google

der Erde und die gelben Prismen beſtanden aus BaS^4. Die nicht kryſtalliſirte Flüſſigkeit war eine ſehr concentrirte Auflöſung von dem waſſerſtoffgeſchwefelten Salze. Ich verſuchte auf drei Arten daraus ein kryſtalliſirtes Salz zu erhalten.

a) Ein Theil wurde mit Alkohol vermiſcht, der dadurch milchig wurde und ein Gemenge von unterſchwefligſaurem Baryt und Schwefel abſetzte, herrührend von dem gewöhnlichen groſsen Gehalte des Alkohols an atmoſphäriſcher Luft. Die klar gewordene Miſchung wurde auf mehrere Tage einer Kälte von — 10° ausgeſetzt, worauf ſie Gruppen von klaren, farbloſen, vierſeitigen Prismen abſetzte, die Manganchlorur mit Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoff fällten. *b*) Ein anderer Theil wurde auf gleiche Weiſe abgekühlt, ohne daſs er mit Alkohol vermiſcht war, er gab auch Kryſtalle von derſelben Form, aber kleinere, weniger deutliche, und in geringer Menge. c) Ein dritter Theil wurde im luftleeren Raum verdunſtet. Er gab kryſtalliſirtes Salz in reichlicher Menge, aber ſo verworren, daſs die Form der Kryſtalle nicht unterſchieden werden konnte; es waren lange platte weiſse und undurchſichtige Prismen. In einem andern Verſuche vermiſchte ich Schwefelbarium in Kryſtallen mit Waſſer zu einem Brei und leitete Schwefelwaſſerſtoff in Gasgeſtalt in die Löſung, welche, als ſie erwärmt wurde, das Gas mit Schnelligkeit abſorbirte. Die ſo erhaltene Löſung gab bei — 10° keine Kryſtalle, ſondern erſt nach bedeutender Concentration im luftleeren Raum. Die Kryſtalle dieſes Salzes verwittern an der Luft und werden weiſs. Im Deſtillationsgefäſse findet daſſelbe Statt, und dabei entweicht

Digitized by Google

das Kryſtallwaſſer, ohne daſs das Salz ſchmilzt. Bei anfangendem Glühen wird Schwefelwaſſerſtoff in Gasgeſtalt entwickelt und es bleibt eine dunkelgelbe, an Form unveränderte Maſſe zurück, die beim Erkalten farblos wird. Sie iſt Schwefelbarium und fällt Manganchlorür ohne den geringſten Geruch von Schwefelwaſſerſtoff.

Waſſerſtoffgeſchwefeltes Schwefelſtrontium erhält man von Schwefelſtrontium, der mittelſt Schwefelwaſſerſtoff in Waſſer aufgelöſt wird; die im luftleeren Raum verdunſtete Flüſſigkeit ſchieſst in groſsen geſtreiften Prismen an, welche vierſeitig zu ſeyn ſcheinen. Die Kryſtalle, wohl getrocknet, verändern ſich in mehreren Tagen nicht an der Luft. Im Deſtillationsgefäſs erhitzt, ſchmelzen ſie in ihrem Kryſtallwaſſer und gerathen darauf ins Sieden, wobei Schwefelwaſſerſtoff und Waſſerdampf fortgeht, und Schwefelſtrontium in Form eines weiſsen Pulvers niederfällt. Nach geendigtem Sieden bleibt nur Schwefelſtrontium übrig.

Waſſerſtoffgeſchwefeltes Schwefelcalcium wird erhalten durch Auflöſung von Kalkhydrat oder Schwefelcalcium in Schwefelwaſſerſtoff. Bei einer gewiſſen Sättigung hört die Abſorbtion des Gaſes auf, ſelbſt wenn noch Hydrat unaufgelöſt daliegt, und es erfordert ein beſtändiges Umrühren, wenn noch mehr aufgelöſt werden ſoll. Die erhaltene Löſung kann nicht zum Kryſtalliſiren gebracht werden, weder durch Verdunſten in Waſſerſtoffgas noch im luftleeren Raum. Sie läſst ſich bis zu einem bedeutenden Grade concentriren, aber ſobald als das Salz anfangen will, ſich abzuſetzen, wird Schwefelwaſſerſtoff in Gasform ent-

Digitized by Google

wickelt, und es schiefst Schwefelcalcium in seidenartig glänzenden Prismen an. Wird die Salzmasse eingetrocknet, so schwellt sie während der Operation durch Gasentwicklung auf, und man erhält eine verworrene Masse von Schwefelcalcium, woraus Manganchlorur nicht die geringste Spur von Schwefelwasserstoff entwickelt. Leitet man Schwefelwasserstoff durch Kalkhydrat, so wird das Gas absorbirt und Schwefelcalcium gebildet; die Masse wird feucht und enthält eine Auflösung von dem wasserstoffgeschwefelten Salze in dem abgeschiedenen Wasser; wie lange man aber auch das Gas durch diese Masse leitet, man erhält das feste Schwefelcalcium nicht in ein wasserstoffgeschwefeltes Salz verwandelt. Das letztere scheint folglich nicht in fester Gestalt erhalten werden zu können. — Ich versuchte eine gesättigte Lösung von Chlorcalcium mit einer concentrirten Auflösung von wasserstoffgeschwefeltem Schwefelkalium zu vermischen. Es entstand ein schleimiger Niederschlag und Schwefelwasserstoff wurde mit Brausen entwickelt. Das Gefäss wurde sogleich verschlossen und auf mehrere Wochen einer unter dem Gefrierpunkt liegenden Temperatur ausgesetzt; es wurden aber nur einige Krystalle von Chlorkalium abgesetzt.

Wird das wasserstoffgeschwefelte Schwefelcalcium in einer von Kohlensäure freien Atmosphäre verdunstet, so setzt es gelbe lange Prismen von CaS^4 ab.

Wasserstoffgeschwefeltes Schwefelmagnesium erhält man, wenn das Hydrat der Erde mit ein wenig Wasser vermischt, und ein Strom von Schwefelwasserstoff in Gasform durchgeleitet wird. Es wird langsam aufgelöst, man kann aber auf diese Weise eine

Digitized by Google

ganz concentrirte Löſung erhalten. Verdunſtung, ſowohl in Waſſerſtoffgas, als im luftleeren Raum, zerſetzt daſſelbe. Durchs Sieden wird Hydrat der Erde und Schwefelwaſſerſtoff wiedererhalten. In luftleeren Raum wird das Schwefelmagneſium in Form einer ſchleimigen, etwas graulichen Maſſe gefällt, welche zwar von Säuren mit Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoff aufgelöſt wird, jedoch das Manganchlorur ohne allen hepatiſchen Geruch niederſchlägt. Derſelbe Niederſchlag wird auch erhalten, wenn eine concentrirte Auflöſung von Chlormagneſium mit waſſerſtoffgeſchwefeltem Schwefelkalium gefällt wird, wobei Schwefelwaſſerſtoff mit Brauſen fortgeht. Aus der Flüſſigkeit, die eine concentrirte Auflöſung von Chlorkalium und waſſerſtoffgeſchwefeltem Schwefelmagneſium enthält, ſetzten ſich in der Kälte nur Kryſtalle von Chlorkalium ab. Wenn eine concentrirte Auflöſung von waſſerſtoffgeſchwefeltem Schwefelmagneſium mit einer ſehr concentrirten Auflöſung von waſſerſtoffgeſchwefeltem Schwefelkalium vermiſcht wird, ſo verdrängt das letztere einen Theil des letzteren aus der Löſung, Schwefelwaſſerſtoff wird entwickelt und Schwefelmagneſium gefällt. Dieſes Salz ſcheint alſo nicht in feſter Geſtalt zu exiſtiren.

II. Kohlengeſchwefelte Salze.

Schon bei der erſten Entdeckung des Schwefelkohlenſtoffs ahnete man, daſs dieſer Körper in der Eigenſchaft ſich mit Baſen vereinigen zu können dem Schwefelwaſſerſtoff ähnlich ſeyn würde. Bei der Unterſuchung, welche ich, in Gemeinſchaft mit dem verſtorbenen engliſchen Chemiker Dr. Marcet, über

Digitized by Google

die Zusammensetzung dieses Körpers anstellte, versuchte ich diesen mit Salzbasen zu verbinden und zeigte, dass es solche Verbindungen gebe. Man glaubte aber damals, dass die oxydirten Basen sich sowohl mit Schwefelwasserstoff als mit anderen nicht sauerstoffhaltigen Säuren verbinden, und demzufolge betrachtete ich diese Verbindungen als enthielten sie Schwefelkohlenstoff vereinigt mit Sauerstoffbasen. Da der Schwefelkohlenstoff mehrere Wochen gebrauchte, um vom Kali oder Ammoniak gelöst zu werden, und unterdess, durch Zersetzung des schon gebildeten Salzes auf Kosten der Luft im Gefässe, eine bedeutende Menge Schwefelkalium von höheren Schwefelungsstufen erzeugt wurde — so war es ein anderer Fehler, den ich beging, dass ich die durch Vermischung dieser Auflösungen mit denen von Erd- und Metallsalzen erhaltenen Niederschläge für reine Schwefelkohlenstoff-Verbindungen ansah, da doch der Charakter, welchen ich für einige von ihnen angab, hauptsächlich dem Supersulfuretum angehörte, wie z. B. der Niederschlag mit Bleisalzen, der roth war und sich nach einer Weile schwarz färbte, der Niederschlag aus Queckssilberchlorid, der brandgelb war *) u. s. w. Bei der Untersuchung über die Schwefelkalien wurde der Irrthum rücksichtlich der Zusammensetzung dieser Salze hinreichend erwiesen und jetzt erhalte ich Gelegenheit, das Fehlerhafte in der Angabe über die Eigenschaften einiger kohlengeschwefelter Salze zu berichtigen.

Es ist sehr schwer, vollkommen reine kohlenge-

*) Afhandl. i Fysik, Kemi och Mineralogi V. 266.

Digitized by Google

ſchwefelte Salze zu erhalten, weil die Verwandtſchaft des Schwefelkohlenſtoffs ſo ſchwach iſt, daſs es die waſſerſtoffgeſchwefelten Salze nicht zerſetzt und aus den Superſulphureten, welche leicht durch den Einfluſs der Luft auf kohlengeſchwefelte Salze gebildet werden, den Schwefel nicht abſcheidet. Die einzige recht ſichere Weiſe ſie zu erhalten, iſt: eine ſtärkere Schwefelbaſis zu vermiſchen mit Waſſer und Schwefelkohlenſtoff in einer Flaſche, die davon gänzlich gefüllt und, wohl verſchloſſen, einer Temperatur von + 30° überlaſſen wird, worauf der Schwefelkohlenſtoff ſich allmälig mit der Baſe verbindet. Enthält die Schwefelbaſis einen Ueberſchuſs von Schwefel, ſo wird das Superſulphuret nicht zerlegt, ſondern vermiſcht ſich mit dem kohlengeſchwefelten Salze. Ein lösliches kohlengeſchwefeltes Salz iſt frei von eingemengtem Superſulphuret, wenn es Chlorberyllium nicht trübt.

Ich habe verſucht Auflöſungen von alkaliſchen Superſulphureten in Alkohol mit Schwefelkohlenſtoff zu behandeln. Die von Erdmetallen geben nur Auflöſungen von beiden. Waſſer ſchied den Schwefelkohlenſtoff ab, oder derſelbe verflog beim Abdunſten, und Superſulphuret blieb zurück. Mit den Alkalien geſchah es, daſs, bei einem gewiſſen Sättigungsgrade mit Schwefelkohlenſtoff, die Maſſe in einem Augenblick durch und durch getrübt wurde und Schwefel abſetzte, jedoch viel weniger als das Alkali hätte fallen laſſen müſſen. Die Auflöſung von Kalium theilt ſich dabei in drei Schichten. Die untere iſt eine höchſt concentrirte Auflöſung von kohlengeſchwefeltem Schwefelkalium in Waſſer, oben darauf liegt der in

Digitized by Google

Ueberschuſs zugesetzte Schwefelkohlenstoff und darüber eine gesättigte Auflösung in Weingeist vom Supersulphuret, kohlengeschwefeltem Salz und Schwefelkohlenstoff, welcher letztere durch Wasser aus derselben niedergeschlagen werden kann.

Wenn man kohlengeschwefelte Salze in trockner Gestalt erhitzt, so werden sie zersetzt. Die Salze der feuerfesten Alkalien schmelzen zu einer im flüssigen Zustande schwarzen Masse, welche nach dem Erkalten dunkelbraun ist, und in Wasser gelöst, Kohle zurückläſst, während ein Metall mit sechs Atomen Schwefel vom Wasser aufgenommen wird.

Die kohlengeschwefelten Salze der Erdmetalle und der eigentlichen Metalle werden auf die Art zersetzt, daſs, wenn das Salz chemisch gebundenes Wasser enthält, sich Schwefelwasserstoffgas entwickelt, und Schwefel und ein kohlensaures Oxyd zurückbleibt. Dieſs ist jedoch seltner der Fall, sondern gewöhnlich geht, wenn die Erhitzung mit hinreichender Vorsicht geschieht, Schwefelkohlenstoff fort, entweder allein oder mit ein wenig Wasser, und die Schwefelbasis bleibt alsdann rein zurück. Diejenigen Schwefelbasen, welche sich leicht oxydiren, werden beim Trocknen zerstört und geben bei der Destillation verwickelte Produkte, als: Kohlensäure, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff und Schwefel. Die Salze, welche sich im Trocknen erhalten, sind vor andern: kohlengeschwefeltes Schwefelplatin, Kupferschwefel, Schwefelblei und Eisenschwefel, welche alle bei der Destillation den Schwefelkohlenstoff wiedergeben. Die Salze von Schwefeleisen und Schwefelmangan hingegen, wel-

Digitized by Google

che beim Trocknen bis zu einem gewiſſen Grade oxydirt werden, geben keine Spur von jenem.

Die kohlengeſchwefelten Salze der acht alkaliſchen Radikale beſitzen in concentrirter Löſung eine tiefe Orangenfarbe. Sie ſchmecken hepatiſch, aber zugleich etwas brennend, pfefferartig, was deutlich an den Geſchmack des Schwefelkohlenſtoffs erinnert, und hiedurch unterſcheiden ſie ſich beſtimmt von allen andern Schwefelſalzen.

Wenn ſie in feſter Geſtalt mit einer Säure vermiſcht werden, z. B. mit Salzſäure, ſo erhält man eine rothe ölige Flüſſigkeit, die von Zeise entdeckt und beſchrieben iſt. Dieſe Flüſſigkeit iſt eine Verbindung von Schwefelwaſſerſtoff und Schwefelkohlenſtoff, und beſteht nicht lange, denn der Schwefelwaſſerſtoff löſt ſich im Waſſer auf und läſst den Schwefelkohlenſtoff trübe zurück. Wenn man die Auflöſung eines kohlengeſchwefelten Salzes durch Salzſäure zerſetzt, ſo erhält man eine milchartige Flüſſigkeit, ähnlich der von Hepar, die auf gleiche Weiſe zerſetzt wurde; allmälig ſammelt ſich das Trübende und fließt in einen groſsen Klumpen von Schwefelkohlenſtoff zuſammen, der aber dennoch beſtändig trübe iſt. In der Vermuthung, daſs das kohlengeſchwefelte Salz möglicherweiſe eine höhere Schwefelungsſtufe der Kohle enthalte, habe ich mehrere Male dieſen trüben Schwefelkohlenſtoff in der Flüſſigkeit verdunſtet und dabei deutliche, aber nicht wägbare Spuren von Schwefel erhalten; eine unvermeidliche Folge davon, daſs die Flüſſigkeit niemals ganz vollkommen von der Berührung mit der Luft abgehalten werden kann, und daſs das gebrauchte Waſſer beſtändig ein wenig Luft ent-

Digitized by Google

hält. Wenn man dagegen ein mit einem Supersulfuret vermischtes kohlengeschwefeltes Salz fällt, so ist das Verhalten ganz anders; man erhält sehr viel Schwefel.

Man sollte erwarten, dass die Oxyde, welche ihren Sauerstoff leicht fahren lassen, die kohlengeschwefelten Salze in kohlensaure Salze verwandelten, während die Oxyde in Schwefelbasen verwandelt würden. Aber die letzteren haben auch ihre Verwandtschaften, und wenn ein Metalloxyd die Schwefelbasis des kohlengeschwefelten Salzes in eine Sauerstoffbasis verwandelt, so bemächtigt es sich auch zugleich des Schwefelkohlenstoffs, welcher unmittelbar keine Verwandtschaft zu den Sauerstoffbasen mehr hat und daher sich mit der neugebildeten Schwefelbasis vereinigt.

Ich versuchte Kupferoxydhydrat in kleinen Antheilen mit kohlengeschwefeltem Schwefelcalcium zu vermischen, welche, falls sie sich in kohlensauren Kalk und Schwefelkupfer verwandelten, ganz einfach aus der Flüssigkeit gefällt worden wären. Aber das Kupferoxyd wurde mit einer schön braunen Farbe in der Flüssigkeit aufgelöst; — ich fuhr fort, so viel Oxyd hinzuzusetzen, dass das ganze Schwefelsalz davon hätte zersetzt werden können. Die klar gewordene Flüssigkeit war schwach gelb, hielt freie Kalkerde aufgelöst, veränderte nicht mehr hinzugesetztes Kupferoxyd, wurde aber noch von Salzsäure getrübt, welche Schwefelwasserstoff- und Schwefelkohlenstoff in geringer Menge abschied. Das Kupferoxydhydrat enthielt nicht Kohlensäure und war in kohlengeschwefelten Kupferschwefel verwandelt, aus welchem Salzsäure ohne

Digitized by Google

alles Aufbrauſen das in Ueberſchuſs hinzugeſetzte Hydrat auszog.

Die Auflöſungen der kohlengeſchwefelten Salze dem Zutritt der Luft ausgeſetzt, werden im *verdünnten Zuſtande* ſehr bald zerſetzt. Es wird ein kohlenſaures Salz gebildet und ein wenig Schwefel gefällt. In der Wärme dunſten ſie Schwefelwaſſerſtoffgas aus und die Zerſetzung geſchieht noch geſchwinder. Wenn kohlengeſchwefeltes Schwefelbarium oder Schwefelcalcium gekocht oder in einem verſchloſſenen Gefäſse ungefähr bis + 80° erhitzt wird, ſo ſetzt ſich allmälig ein kohlenſaures Salz ab, und ein waſſerſtoffgeſchwefeltes wird an deſſen Statt gebildet.

Die *concentrirten Auflöſungen* können in gelinder Wärme ohne bedeutende Zerſetzung verdunſtet werden. Ich habe das Kalium- und Lithium-Salz in einem offenen Glaſe mehrere Wochen an einem Orte gehabt, deſſen Temperatur von + 20° bis 40° abwechſelte, ohne daſs ſie anſcheinend dadurch zerſetzt wurden.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelkalium erhält man am beſten auf die von mir zuvor angegebene Art, wenn eine Auflöſung von Hepar in Alkohol mit in Ueberſchuſs hinzugeſetztem Schwefelkohlenſtoff geſättigt wird. Die tief dunkelrothe Auflöſung, welche ſich am Boden anſammelt, giebt, nachdem ſie bei + 30° zur Syrupsconſiſtenz verdunſtet worden, ein kryſtalliniſches gelbes Salz, das an der Luft ſchnell feucht und flüſſig wird. Trocknet man dieſs kryſtalliniſche Salz bei + 60° bis 80° ein, ſo verliert es mit dem Kryſtallwaſſer ſein kryſtalliniſches Gefüge und erhält eine dunklere, ſich ins Rothe ziehende Farbe. Im Deſtil-

Digitized by Google

lationsgefäfs erhitzt giebt es nichts Flüchtiges, ſchmilzt bei anfangendem Glühen und zerſetzt ſich auf die zuvor angeführte Art. Dieſes Salz iſt in Alkohol träglöslich.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelnatrium bildet ein gelbes, bei einem hohen Grade von Concentration, kryſtalliſirendes Salz, welches an der Luft feucht wird. Es löſt ſich leicht in Alkohol.

Kohlengeſchwefeltes Schwefellithium iſt noch leichtlöslicher in Waſſer als eins von den vorhergehenden Salzen, und giebt beim Eintrocknen eine Salzmaſſe, welche an der Luft ſogleich wieder feucht wird. Es löſt ſich leicht in Alkohol.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelammonium iſt ſchon durch die Verſuche von Zeise hinreichend bekannt *).

Kohlengeſchwefeltes Schwefelbarium iſt träglöslich in Waſſer. Das kryſtalliſirte Schwefelbarium vereinigt ſich ſehr bald mit dem Schwefelkohlenſtoff und giebt ein citronengelbes, nicht kryſtalliſirtes Salz, welches das Glas inwendig überzieht und leicht davon losläſst. Die darüberſtehende Flüſſigkeit iſt brandgelb. Auch das gelbe Salz wird im Waſſer mit brandgelber Farbe aufgelöſt. Uebergieſst man es auf einmal mit vielem Waſſer, ſo erhält das Waſſer eine ſchwach

*) Vergl. Årsb. om Vetensk. framsteg. Deutſche Ueberſetz. 4ter Jahrgang p. 96. (Prof. Zeise ſättigte Alkohol mit Ammoniakgas und löſte dann Schwefelkohlenſtoff darin auf. Innerhalb einer oder anderthalb Stunden ſchied ſich ein gelbes kryſtalliniſches Pulver ab, das, mit Alkohol und darauf mit Aether gewaſchen, das erwähnte Salz im reinen Zuſtande darſtellt. *P.*)

Digitized by Google

rothe Farbe, welche von der Einwirkung der im Waſſer eingeſchloſſenen Luft herzurühren ſcheint. Die Auflöſung nimmt alsdann ihre gewöhnliche brandgelbe Farbe an. Wird die Auflöſung im luftleeren Raum verdunſtet, ſo hinterläſst ſie kleine blaſsgelbe durchſichtige Kryſtalle. Bringt man auf das trockne Salz einen Tropfen Waſſer, ſo wird es in einigen Minuten roth; dieſe Farbe verſchwindet aber beim Trocknen und das zurückbleibende Salz iſt blaſſer gelb.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelſtrontium iſt leichtlöslicher in Waſſer als das vorhergehende Salz, und die Löſung, weniger dunkel brandgelb, giebt nach Verdunſten im luftleeren Raum eine ſtrahlig kryſtalliniſche, blaſs citronengelbe, gleichſam verwitterte Salzmaſſe. Befeuchtet wird ſie in einem Augenblick *roth*braun, aber dieſe Farbe verſchwindet wieder beim Trocknen und läſst den Fleck blaſſer gelb zurück.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelcalcium giebt eine ſehr tief rothe Auflöſung, welche bei Aufbewahrung in einem verſchloſſenen Gefäſse dunkler wird. In luftleerem Raume verdunſtet, giebt ſie eine gelbbraune Salzmaſſe mit deutlichen Anzeigen von Kryſtallen. Bei Wärme vollkommen eingetrocknet, wird dieſe, gleich der vorhergehenden, hell citronengelb, neigt ſich aber wieder ins Braungelbe, wenn ſie Feuchtigkeit anzieht. Sie läſst bei Wiederauflöſung in Waſſer ein baſiſches brandgelbes Salz ungelöſt zurück. Dieſes ſchmeckt ſchwach pfefferartig, meiſt hepatiſch. Es bildet ſich immer, wenn man bei Bereitung des Salzes den Schwefelkohlenſtoff nicht in Ueberſchuſs zugeſetzt hat. Das neutrale Salz iſt im Alkohol leicht auflös-

Digitized by Google

lich. Beim Kochen wird es zerlegt und setzt kohlensauren Kalk ab.

Kohlengeschwefeltes Schwefelmagnesium erhält man am besten, wenn das Barytsalz mit schwefelsaurer Talkerde gefällt, die Lösung filtrirt und im luftleeren Raum abgedunstet wird. Während der Verdunstung setzt sich an der Oberfläche eine Haut ab und ein wenig Schwefelkohlenstoff geht in Gasform fort. Das trockne Salz ist blass citronengelb, ohne alle Zeichen von Krystallisation. Ein Theil desselben wird im Wasser mit tief gelber Farbe gelöst und schmeckt pfefferartig. Ein anderer Theil desselben bildet ein in kaltem Wasser unlösliches basisches Salz, welches beim Kochen mit blassgelber Farbe gelöst, dabei aber zugleich zersetzt wird und kohlensaure Talkerde ungelöst zurücklässt.

In Betreff der Verbindungen des Schwefelkohlenstoffs mit den Schwefelbasen, welche von den Radikalen der eigentlichen Erdarten gebildet werden, habe ich nicht recht bestimmte Resultate erhalten können. *Chlorberyllium* wird nicht von kohlengeschwefelten Salzen gefällt, die Lösung erhält nur eine dunklere Farbe und setzt innerhalb 24 Stunden nichts ab. Da wir in der Folge sehen werden, dass die Schwefelsalze dieser Metalle meistentheils in Wasser löslich sind, so ist dies ein Grund mehr zu vermuthen, dass auch in diesem Falle ein auflösliches *kohlengeschwefeltes Schwefelberyllium* gebildet wurde. *Essigsaure Ytterde* lässt sich auch ohne Trübung mit kohlengeschwefeltem Salze vermischen, und dieses Metall giebt meistentheils auflösliche Schwefelsalze; nach ein Paar Stunden entsteht aber eine weisse Trübung wie von

Digitized by Google

Schwefel oder einem Gemenge dieſes mit dem Hydrat der Erde. Die Flüſſigkeit bleibt gelb. *Chloraluminium* giebt nach einer Weile eine weiſse Trübung, und nach 24 Stunden hat ſich ein blaſs piſtaciengrüner flokkiger Stoff abgeſetzt. *Schwefelſaure Zirkonerde:* die Miſchung wird ſogleich farblos und nach einer Weile erhält man einen weiſsen flockigen Niederſchlag, offenbar dem Hydrat der Erde ähnlich.

Mit den übrigen Metallen giebt der Schwefelkohlenſtoff hingegen ſehr beſtimmte Verbindungen, von denen die meiſten getrocknet und aufbewahrt werden können, ohne daſs Schwefelkohlenſtoff entweicht. — Die Verbindungen, welche ich hier beſchreiben werde, ſind aus in Waſſer gelöſten neutralen Salzen dargeſtellt, die mit kohlengeſchwefeltem Schwefelcalcium gefällt wurden. Das letztere war auf die Weiſe bereitet, daſs reiner Gyps in einer Porzellanröhre mit Kohlenpulver zerlegt, das erhalteneSchwefelcalcium mit gekochtem Waſſer und Schwefelkohlenſtoff in einer davon gefüllten Flaſche vermiſcht, und ſo lange digerirt wurde, bis alles Schwefelcalcium aufgelöſt war und nur Schwefelkohlenſtoff gemengt mit der bei der Reduction des Gypſes überſchüſſigen Kohle zurückblieb.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelmangan bildet zuerſt eine dunkelbraune, durchſichtige Flüſſigkeit, aber hernach wird ein Salz abgeſetzt, in Form eines blaſſen brandgelben Pulvers, das dem Schwefelmangan gleicht. Die darüberſtehende Flüſſigkeit iſt gelb. Das Gefällte wird beim Auswaſchen mit gelber Farbe gelöſt. Es ſchwärzt ſich nicht auf dem Filtrum wie Schwefelmangan, und giebt nach dem Trocknen eine

Digitized by Google

etwas dunklere Maſſe, welche bei Deſtillation Kohlenſäuregas und Schwefel liefert und ein grünes Schwefelmangan zurückläſst, das von Salzſäure ohne allen Rückſtand von Kohle aufgelöſt wird.

Kohlengeſchwefeltes Schwefeleiſen bildet eine tief weinrothe Flüſſigkeit, welche allmälig dunkler wird und bei reflectirtem Lichte wie Dinte ausſieht. Ein Ueberſchuſs vom Fällungsmittel giebt der Flüſſigkeit eine dunklere Farbe. Ein Ueberſchuſs vom Eiſenoxydulſalze ſchlägt die Verbindung in Form eines ganz ſchwarzen Pulvers nieder.

Kohlengeſchwefelter Eiſenſchwefel bildet einen tief dunkelrothen Niederſchlag, der ſich bald zu einem einzigen Klumpen zuſammenballt. Er iſt in Waſſer ganz unlöslich, verändert ſich nicht beim Trocknen und giebt zerrieben ein umbrabraunes Pulver. Bei Deſtillation giebt er, in ſehr gelinder Wärme, zuerſt Schwefelkohlenſtoff und ſodann, bei ſtärkerer Hitze, Schwefel, mit Hinterlaſſung von Schwefeleiſen.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelkobalt giebt eine tief olivengrüne Auflöſung, welche im Reflex ſchwarz erſcheint. Nach 24 Stunden hat dieſe einen ſchwarzen flockigen Stoff abgeſetzt und die Flüſſigkeit iſt durchſichtig, tief dunkelbraun.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelnickel giebt eine tief braungelbe Löſung, die wenig durchſichtig und im Reflexe ſchwarz iſt. Die Verbindung wird innerhalb 24 Stunden in Form eines ſchwarzen Pulvers gefällt, worauf die darüberſtehende Flüſſigkeit durchſichtig, braungelb wird.

Digitized by Google

Kohlengeſchwefeltes Schwefelcerium ſcheint auflöslich zu ſeyn, weil das Ceriumchlorur nicht von kohlengeſchwefeltem Salze gefällt wird. Dieſes ſetzt nach einiger Zeit einen weiſsen flockigen Stoff ab.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelzink bildet einen ſehr blaſsgelben, faſt weiſsen Niederſchlag, welcher im trocknen Zuſtande gelb oder blaſs brandgelb und halb durchſichtig iſt.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelkadmium iſt ein ſchön citronengelber Niederſchlag und löslich in Waſſer, weil die Flüſſigkeit gelb iſt auch bei Ueberſchuſs von Kadmiumoxydſalz.

Kohlengeſchwefelter Uranſchwefel giebt eine klare dunkelbraune Flüſſigkeit, welche allmälig trübe wird und einen blaſs graubraunen Niederſchlag abſetzt, der *kohlengeſchwefeltes Schwefeluran* zu ſeyn ſcheint. Die Flüſſigkeit bleibt gelb.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelchrom bildet einen graugrünen Niederſchlag, ſo gänzlich dem Oxydulhydrat ähnlich, daſs er im Anſehen nicht davon unterſchieden werden kann. Aber dieſer giebt bei Deſtillation Schwefelkohlenſtoff und läſst braunes Schwefelchrom zurück, das in offenem Feuer mit Lebhaftigkeit zu Chromoxydul verbrennt.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelwismuth fällt in Form eines ſchön dunkelbraunen Pulvers nieder, das in einem Ueberſchuſs des Fällungsmittels mit ſchön rothbrauner Farbe aufgelöſt wird.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelzinn bildet einen ſchön dunkelbraunen Niederſchlag, welcher beim Trocknen nicht verändert wird.

Digitized by Google

Kohlengeſchwefelter Zinnſchwefel bildet einen blaſs brandgelben Niederſchlag, der getrocknet tief brandgelb iſt.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelblei iſt ein tief dunkelbrauner Niederſchlag, welcher, wo er auf dem Glaſe feſtſitzt, ſich durchſcheinend erweiſt. Die darüberſtehende Flüſſigkeit iſt tief gelb, wird aber in 24 Stunden farblos. Der Niederſchlag iſt nach dem Trocknen ſchwarz, nimmt durch Drücken Politur an und giebt bei Deſtillation Schwefelkohlenſtoff und graues glänzendes Schwefelblei.

Kohlengeſchwefelter Kupferſchwefel bildet einen tief dunkelbraunen, faſt ſchwarzen Niederſchlag, der in einem Ueberſchuſs des Fällungsmittels mit tief dunkelbrauner Farbe auflöslich iſt. Getrocknet iſt er ſchwarz. Bei Deſtillation giebt er zuerſt Schwefelkohlenſtoff, dann Schwefel, und Schwefelkupfer bleibt zurück.

Kohlengeſchwefeltes Schwefelqueckſilber fällt in Form eines dunkelbraunen durchſichtigen Stoffes nieder, nicht unähnlich dem Bleiſalze. Wird beim Trocknen ſchwarz. Giebt bei Deſtillation nur Queckſilber und Zinnober, ohne Zeichen von Schwefelkohlenſtoff, der vermuthlich beim Trocknen fortgeht.

Kohlengeſchwefelter Queckſilberſchwefel iſt ein ſchwarzer Niederſchlag, der ſich am beſten hält, wenn die Flüſſigkeit das Fällungsmittel im Ueberſchuſs beſitzt. Trocken iſt er ſchwarz, und bei Deſtillation giebt er Zinnober, ohne Zeichen von Schwefelkohlenſtoff, den er im Trocknen verloren zu haben ſcheint.

Digitized by Google

Kohlengeſchwefeltes Schwefelſilber: dunkelbrauner Niederſchlag, der in einem Ueberſchuſs vom Fällungsmittel mit tief dunkelbrauner Farbe auflöslich iſt. Trocken iſt er ſchwarz, glänzend, und ſchwer zu pülvern. Bei Deſtillation giebt er Schwefelkohlenſtoff in unbedeutender Menge, dagegen aber Schwefel, und es bleibt Schwefelſilber zurück.

Kohlengeſchwefelter Platinſchwefel bildet einen ſchwarz braunen Niederſchlag, welcher in einem Ueberſchuſs vom Fällungsmittel mit brandgelber Farbe gelöſt wird. Nach dem Trocknen iſt er faſt ſchwarz. Bei Deſtillation giebt er zuerſt Schwefelkohlenſtoff, ſpäter Schwefel und läſst Schwefelplatin zurück.

Kohlengeſchwefelter Goldſchwefel giebt einen dunklen graubraunen Niederſchlag in einer trüben, ſchwer ſich aufhellenden Flüſſigkeit. Getrocknet iſt er ſchwarz, giebt bei Deſtillation Schwefel und läſst das Gold geſchwärzt durch Kohle zurück.

(Fortſetzung im nächſten Heft.)

Digitized by Google

IV.

Verſuch einer Theorie der durch galvaniſche Kräfte hervorgebrachten elektroſkopiſchen Erſcheinungen;

von

G. S. Ohm.

Vor Kurzem habe ich in Schweiggers Journal *) Verſuche bekannt gemacht, die mich zu einer Theorie des elektriſchen Stromes führten, welche durch ihre ganz ungeſuchte und doch vollkommene Uebereinſtimmung mit der Erfahrung als die in der Natur gegründete ſich zu erkennen giebt. Seitdem aber bin ich ſo glücklich geweſen, auf entgegengeſetztem Wege aus der allgemein anerkannten und in dieſer Region oberſten Thatſache, die wir mit dem Namen der *elektriſchen Spannung zwiſchen verſchiedenartigen Körpern* zu bezeichnen pflegen, mit Hülfe der Mathematik, dem wundervollen Gedankenmedium, zwei den innern Zuſammenhang aller bei der galvaniſchen Kette thätig einwirkenden Elemente aufſchlieſsende Geſetze zu entdecken, die beſtimmt und doch ſo einfach alle früher gefundenen wiedergeben und aufserdem, was jene noch zu wünſchen übrig lieſsen, in ſich zu faſſen ſcheinen. Dieſe factiſch hier niederzulegen und ihre Anwendung auf beſondere Fälle in kurzen Umriſſen zu zeigen, iſt meine Abſicht. Ihre Her-

*) Im zweiten Hefte des laufenden Jahrganges.

Digitized by Google

leitung, die nicht so einfach werden dürfte, und ihren Zusammenhang mit denen von verwandten Naturerscheinungen, behalte ich einer ausführlicheren Arbeit vor, zu der mir, wie ich hoffe, bald die dazu nöthige Musse vergönnt werden wird.

Um aber hierbei möglichen Missverständnissen vorzubeugen, mache ich darauf aufmerksam, dass die bei der hydroelektrischen Kette auftretende Flüssigkeit, wie ich am erwähnten Orte dargethan zu haben glauben darf, Modifikationen in die Ausdrücke bringt, von denen ich hier wie dort noch absehe, was desto füglicher geschehen kann, da sie in den meisten Fällen ausser Acht zu lassen sind. Eben so wenig darf ich verschweigen, dass es mir hier nicht sowohl um feste Begründung der einzelnen Ergebnisse, als um möglichst einfache Darlegung derselben in ihrem Zusammenhange zu thun ist.

---

1) Es lassen sich die beiden auf jede galvanische Kette gewöhnlicher Art anwendbaren Gesetze durch folgende zwei Gleichungen kurz so aussprechen:

$$X = kw\,\frac{a}{l} \qquad (a)$$

$$u - c = \pm\,\frac{x}{l}\,a\,, \qquad (b)$$

wobei k das Leitungsvermögen, l die Länge, w den Querschnitt eines homogenen prismatischen Leiters, a die an seinen Enden hervortretende elektrische Spannung *), und x die Länge eines Theils des Leiters

*) Es ist wohl überflüssig zu bemerken, dass die Homogeneität des

Digitized by Google

bezeichnet, der von einem in dem Leiter unveränderlich, übrigens willkührlich angenommenen Querschnitte, der zum Anfangspunkte der Abscissen gewählt worden ist, bis zu einem innerhalb des Leiters veränderlich gedachten Querschnitte reicht; ferner stellt X die auf der ganzen Länge des Leiters unveränderlich sich erhaltende Stärke des elektrischen Stromes und u die Intensität der auf das Elektrometer wirkenden, an der durch x bezeichneten Stelle befindlichen und mit ihr veränderlichen, Elektricität vor; endlich ist c eine durch gegebene Umstände noch zu bestimmende, von x unabhängige Gröfse. Das doppelte Zeichen in der Gleichung (*b*) bestimmt sich darnach, ob die Richtung der Abscissen von mehr — thätigen Stellen nach mehr + thätigen geht, oder ob umgekehrt.

2) Eine ganz einfache Zerlegung der Gleichung (*a*) führt zu besonderen Gesetzen, von denen ich folgende heraushebe:

I. Die Stärke des elektrischen Stromes bleibt in verschiedenen Leitern sich völlig gleich, wenn, bei gleicher Spannung an ihren Enden, ihre Längen sich verhalten wie die Produkte aus ihren Querschnitten in die ihnen eigenthümlichen Leitungskoefficienten, mithin

a) bei gleicher Spannung und gleichem Leitungsvermögen, wenn ihre Längen sich verhalten wie ihre Querschnitte;

Leiters und die an seinen getrennten Enden hervortretende Spannung nur deshalb fingirt sind, um von den einfachsten Betrachtungen ausgehen zu können.

Digitized by Google

b) bei gleicher Spannung und gleichem Querſchnitte, wenn ſich ihre Längen wie die Zahlen verhalten, durch welche ihre Leitungsgüte ausgedrückt wird.

II. Bei gleichem Leitungsvermögen und gleichem Querſchnitte in verſchiedenen Leitern richtet ſich die Stärke des Stromes nach dem Quotienten, der gebildet wird aus der an den Enden eines jeden Leiters hervortretenden elektriſchen Spannung und aus der Länge deſſelben Leiters.

Es hält nicht ſchwer mit Zuziehung der Gleichung (*b*) ſich zu überzeugen, daſs die in I. ausgeſprochenen Geſetze noch wahr bleiben, wenn anſtatt der ganzen Leiter irgend beliebige Theile derſelben betrachtet werden. Dadurch wird es möglich, für jeden Theil des homogenen und prismatiſchen Leiters einen andern von gegebenem Leitungsvermögen und gegebenem Querſchnitte zu ſetzen, der den elektriſchen Strom in Nichts ändert, und umgekehrt jeden aus Theilen von verſchiedenem Leitungsvermögen und verſchiedenem Querſchnitte beſtehenden Leiter in einen andern zu verwandeln, der in ſeiner ganzen Länge einerlei Leitungsvermögen und einerlei Querſchnitt hat, wenn man nur jenem Geſetze gemäſs ihre Längen ſich verändert denkt. Auf ſolche Weiſe iſt es erlaubt, die Gleichung (*a*) in folgende einfachere

$$X = \frac{a}{l} \qquad (c)$$

umzuändern, wobei blos zu bemerken iſt, daſs jede Länge eines Leiters oder Theil des Leiters, deſſen Leitungsvermögen oder Querſchnitt von den zur Norm gewählten abweicht, zuvor erſt nach dem Geſetze I.

Digitized by Google

reducirt gedacht werden müſſe. Die ſo gedachten Längen werde ich in der Folge deshalb *reducirte Längen* nennen.

3) Das Geſetz I. *a* iſt zuerſt von Davy aufgefunden und ſpäter von Barlow, Becquerel und mir beſtätigt worden, jedoch erſtreckten ſich alle dabei vorkommenden Verſuche ſtets nur auf einzelne und zwar wie zu vermuthen iſt, relativ ſehr kurze Theile der ganzen Leitung. Das Geſetz I. *b* giebt die Rechtmäſsigkeit der von Becquerel und mir eingeſchlagenen Methode zur Beſtimmung des Leitungsvermögens verſchiedener Metalle zu erkennen, und die dabei von mir gemachte Erfahrung, daſs Leiter von einem und demſelben Metalle, in chemiſcher Hinſicht, doch unter veränderten Umſtänden verſchiedene Leitungsfähigkeit beſitzen können, ſcheint, wenn ſie ſich bewährt, darauf hinzudeuten, daſs das Leitungsvermögen der Körper noch von andern bis jetzt ganz auſser Acht gelaſſenen Umſtänden abhängig ſey. Das Geſetz II. iſt früher von mir aus vielen mit Sorgfalt an der thermoelektriſchen Kette gemachten Verſuchen hergeleitet und in Schweiggers Journal a. a. O. zuerſt in ſeiner Allgemeinheit ausgeſprochen worden; es bildet, wie ich dort gezeigt zu haben glaube, die Grundlage zu einer Theorie des Multiplicators und der Säule, mit deren Ausbau ich eben noch beſchäftigt bin. Die Gleichung (*a*) ſchlieſst faſt alle von der Stärke des Stromes abhängigen Erſcheinungen in ſich, und doch iſt ſie nur der beſondere Ausdruck einer weit allgemeineren Beſtimmung.

Ich werde nun bemüht ſeyn, aus der Gleichung (*b*) die Fälle elektroſkopiſcher Erſcheinungen zu entwik-

Digitized by Google

keln, wie ſie die Mannichfaltigkeit von Thatſachen, welche Galvani's wundervolle Entdeckung mit beiſpielloſer Thätigkeit von ihrem erſten Urſprunge an bis jetzt zu Tage gefördert hat, nur immer zu erwarten berechtigt. Die vollkommene Uebereinſtimmung der hier aus theoretiſchen Betrachtungen abgeleiteten Geſetze mit denen der Erfahrung, da wo ſie ſich begegnen, läſst keinen Zweifel übrig, daſs, wo die Verſuche mangeln, man nur die Natur zu fragen haben werde, um einen vollkommenen Einklang zwiſchen beiden zu Stande zu bringen.

Der leichtern Ueberſicht wegen werde ich die durch galvaniſche Kraft hervorgebrachten elektroſkopiſchen Erſcheinungen an der einfachen Kette und an Voltaiſchen Zuſammenſetzungen beſonders unterſuchen.

A. Elektroſkopiſche Erſcheinungen an der einfachen Kette.

4) Die Gleichung (*b*), welche für die einfache Kette gilt, zeigt auf den erſten Blick, daſs die mit u bezeichnete elektroſkopiſche Kraft auf gleiche Strecken des Leiters immer um gleich viel ſich ändere und zwar nach der einen Seite hin beſtändig fort ſtärker, nach der andern Seite dagegen ſtets ſchwächer werde; wenn daher an irgend einer Stelle innerhalb des Leiters $u = 0$ iſt, ſo wird in gleichem Abſtande von dieſer Stelle eine gleich ſtarke Elektricität ſich zeigen, die aber auf der einen Seite als poſitive, auf der andern als negative ſich zu erkennen giebt. Die Erfahrung lehrt aber, daſs immer, wo ſich Elektricität ſelbſtſtändig entwickelt, ſtets beide zugleich und in gleicher Stärke hervortreten, daher darf man wohl annehmen,

Digitized by Google

dafs in der sich selbst überlassenen galvanischen Kette an ihren Enden, wo die Elektricitätserregung Statt findet, diese Kräfte als entgegengesetzte und gleich starke erscheinen werden. Es kann indessen auch geschehen, dafs die Kette durch äufsere Einwirkungen bestimmt wird, an irgend einer ihrer Stellen einen von dem natürlichen abweichenden elektrischen Zustand anzunehmen, der selbst wieder entweder bleibend, oder auch von der Zeit abhängig seyn kann. Im Folgenden wird häufig der Fall vorkommen, wo die elektroskopische Kraft der Kette an irgend einer Stelle dadurch bleibend vernichtet wird, dafs diese Stelle vollkommen ableitend berührt wird. In jedem solchen besondern Falle mufs die Konstante c aus den obwaltenden Umständen immer wieder besonders bestimmt werden.

Zunächst wollen wir den Fall betrachten, wo die Kette sich gänzlich überlassen bleibt. Da in diesem Falle, nach dem, was eben darüber gesagt worden ist, der Werth von u an den beiden Enden des Leiters gleich, aber entgegengesetzt wird, so ergiebt sich, wenn man dieser Bedingung gemäfs die Konstante c bestimmt und dabei den Anfangspunkt der Abscissen in das positive Ende des Leiters legt,

$$c = \tfrac{1}{2}a$$

mithin

$$u = \frac{\frac{1}{2}l - x}{l}a\ ;$$

es ist also in der Mitte einer solchen Kette die elektroskopische Kraft null, von da erhält sie nach beiden Enden hin allmälig und gleichförmig steigende Werthe, die jedoch nach dem Anfangspunkte der

Abſciſſen hin poſitiv, nach dem entgegengeſetzten Ende hin negativ werden, und in den Enden ſelbſt ihren höchſten Stand erreichen, der für jedes Ende die halbe Spannung beträgt.

5) Es hält nicht ſchwer, aus den Gleichungen (*a* und *b*) zu entnehmen, daſs ein Nichtleiter einem Leiter von unendlicher Länge gleich zu ſetzen ſey. In dieſem Falle wird aber nach der in 4 aufgeſtellten Gleichung für jeden endlichen Abſtand von dem poſitiven Ende

$$u = + \tfrac{1}{2}a$$

für jeden endlichen Abſtand von dem negativen Ende

$$u = - \tfrac{1}{2}a ;$$

wenn alſo irgendwo im Innern der Kette ein Nichtleiter eingeſchoben, d. h. *wenn die Kette irgendwo geöffnet wird, ſo iſt für das ganze mit dem + Ende in Verbindung bleibende Stück der Kette die elektriſche Kraft poſitiv und überall gleich der halben Spannung, eben ſo iſt ſie für das ganze mit dem — Ende zuſammenhängende Stück der Kette überall gleich der halben Spannung, aber negativ.*

6) Stellt man ſich, wie es der Natur der Sache am angemeſſenſten iſt, den Leiter ſo um ſich ſelbſt herumgeführt vor, daſs ſeine bisher auseinander liegend gedachten Enden ſich berühren, jedoch mit ſteter Beibehaltung ihrer vorigen Spannung, ſo bleibt, wenn man ſich die Abſciſſen auf dem Umfange, oder vielmehr in der Axe des zur Figur geſchloſſenen Leiters genommen vorſtellt, Alles noch wie bisher; aber man muſs ſich hüten, die Abſciſſen nicht über den Punkt, in welchem die Enden ſich berühren, hinaus-

Digitized by Google

gehen zu laſſen, weil für ſolche Längen der Abſciſſen die Gleichung nicht mehr gültig iſt. Man wird ſich jedoch durch eine einfache Betrachtung leicht überzeugen können, daſs der für Abſciſſen, welche die Berührungsſtelle einmal überſpringen, aus der Gleichung gezogene Werth für u von dem wahren, ſtets nur um die ganze an der Berührungsſtelle Statt findende Spannung ſich unterſcheide, und zwar um dieſen Werth zu groſs oder zu klein ausfalle, je nachdem der Sprung von der poſitiven nach der negativen Seite oder umgekehrt geſchieht. Man kann alſo die Abſciſſen ganz allgemein, poſitiv oder negativ und von jeder Gröſse, nehmen, wenn man nur jedes Mal, wo ein Sprung über die Berührungsſtelle geſchieht, den aus der Gleichung erhaltenen Werth von u um a vermehrt oder vermindert, je nachdem der Sprung von der negativen nach der poſitiven Seite, oder umgekehrt geſchieht. Dieſe Bemerkung iſt von Gewicht, weil durch ſie alle Betrachtungen an der Säule ſehr vereinfacht werden.

7) Faſſen wir nun den elektriſchen Zuſtand einer einfachen galvaniſchen Kette ins Auge, welche an irgend einer Stelle eine vollkommene Ableitung erhält. Für dieſe Stelle, wo $x = \lambda$ ſeyn mag, iſt $u = 0$, und beſtimmt man dieſer Bedingung gemäſs die Konſtante, ſo wird

$$c = \frac{\lambda}{l} a ,$$

wenn alles Uebrige wie in 4 bleibt; man erhält demnach

$$u = \frac{\lambda - x}{l} a .$$

Digitized by Google

Es ist aber

$$\varphi\ \frac{\lambda - x}{l} a = \frac{\frac{1}{2}l - x}{l} a - \frac{\frac{1}{2}l - \lambda}{l} a,$$

wenn also irgend eine Stelle der einfachen galvanischen Kette eine vollkommene Ableitung erhält, so ist die elektroskopische Kraft irgend einer andern Stelle der Unterschied zwischen den beiden Kräften, welche die zuletzt gedachte und die ableitend berührte Stelle in der sich selbst überlassenen Kette besitzen.

Wenn demnach die einfache galvanische Kette an einem ihrer Endpunkte ableitend berührt wird, so wächst die elektroskopische Kraft ihres andern Endpunktes zur doppelten an.

8) Stellt man sich die Kette irgendwo in ihrem Innern geöffnet vor, d. h. nimmt man $l = \infty$ an, so sind dabei zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder beziehen sich λ und x beide auf dasselbe Stück der getrennten Kette, dann ist $\lambda - x$ stets eine endliche Grösse und also $u = 0$ für jedes x; oder λ und x beziehen sich auf Punkte, die in den verschiednen Stücken der getheilten Kette liegen, dann kann man $\lambda - x$ stets gleich $\pm l$ setzen, also ist $u = \pm a$ für jedes x. Der positive Werth muss für u genommen werden, wenn $\lambda > x$, d. h. wenn x sich auf einen Punkt bezieht, der zu dem Stücke gehört, in welchem das positive Ende liegt; im Gegentheile muss für u der negative Werth genommen werden. *Wenn demnach das eine Stück der offenen galvanischen Kette an irgend einer Stelle ableitend berührt wird, so wächst die elektroskopische Kraft einer jeden Stelle des andern Stückes zur doppelten an.*

Digitized by Google

9) Alles, was in 6 gemeldet worden ist, findet auch hier noch seine Anwendung, nur ist zu bemerken, dafs mit dem aus der Gleichung für u hergeholten Werthe nicht blofs wenn x, sondern auch wenn λ die Berührungsstelle überspringt, eine Aenderung vorgenommen werden mufs. Die Aenderung für λ ist dabei der für x an Gröfse gleich, aber der Art nach entgegengesetzt, wie sich sogleich aus der in 7 für $\frac{\lambda - x}{l} a$ aufgestellten Form ♀ ersehen läfst.

10) Diese Grundphänomene aller elektroskopischen Aeufserungen galvanischer Kräfte sind, was die offene Kette angeht, durch die Erfahrung schon hinlänglich bestätigt, und auch in Beziehung auf die geschlossene Kette giebt der auf Ampères Veranlassung von Becquerel an ihr gemachte Versuch *) einen nicht unwichtigen Beleg ab. Da zudem die aus diesen Grundphänomenen weiter unten für die Säule abgeleiteten ähnlichen Erscheinungen durch Versuche, von Meistern in dem Fache angestellt, mehrfach bestätigt werden, so ist durch die vollkommene Uebereinstimmung jenes Theils der Theorie mit der Erfahrung die Wahrheit dieses Theils schon mit gegeben, und so sehe ich es gern, eigene noch nicht ganz zu Ende geführte Versuche darüber hier übergehen zu können.

(Beschlufs im nächsten Heft.)

*) Poggendorffs Annalen B. II. St. 2. S. 207.

Digitized by Google

V.

Ueber Schwefelcerium.

Dr. Mosander hat eine Unterſuchung über das Cerium angeſtellt, worüber er nächſtens eine Abhandlung bekannt machen wird. Er hat unter andern Verbindungen des Ceriums mit dem Schwefel entdeckt. Man erhält ſie auf zweierlei Arten: 1) dadurch, daſs man in der Glühhitze Schwefelkohlenſtoffdampf über kohlenſaures Ceroxydul leitet, wodurch man ein rothes, der Mennige ähnliches poröſes und leichtes Schwefelcerium erhält, das ſich weder in der Luft noch im Waſſer verändert. 2) dadurch, daſs man Ceroxyd mit Hepar in groſsem Ueberſchuſs in der Weiſsglühhitze zuſammenſchmelzt, und die Hepar darauf mit Waſſer auszieht. Das Schwefelcerium bleibt in Geſtalt ſehr kleiner, glänzender Schuppen zurück, welche gepulvertem Muſivgolde ähnlich ſind und ſich unter dem Mikrospe mit gelber Farbe durchſichtig zeigen. Dieſe beiden, dem Anſehen nach, verſchiedene Arten von Schwefelcerium werden von Säuren leicht mit Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoffgas und ohne Hinterlaſſung von Schwefel aufgelöſt. Das Schwefelcerium beſteht aus 74 Cerium und 26 Schwefel.

Digitized by Google

VI.

Vorläufige Bemerkungen über metalliſches Eiſen und ſeine Oxyde;

von

Fr. Stromeyer.

In dem dritten Bande der Annalen der Phyſik und Chemie Seite 81 hat Hr. G. Magnus einige Verſuche über die Selbſtentzündlichkeit des durch Waſſerſtoffgas reducirten Eiſens bei der gewöhnlichen Lufttemperatur mitgetheilt, welche von ihm im Laboratorio des Hrn. Prof. Mitſcherlich angeſtellt worden ſind. Dieſen Verſuchen zufolge glaubt derſelbe die Entdeckung gemacht zu haben, daſs das bei niedrigen Temperaturen mittelſt Waſſerſtoffgas reducirte Eiſen die Eigenſchaft beſitze, ſich von ſelbſt ſchon bei der gewöhnlichen Lufttemperatur zu entzünden, während das dadurch bei höheren Temperaturen erhaltene metalliſche Eiſen dieſe Selbſtentzündlichkeit nicht zeigt, und iſt der Meinung, daſs dieſe Verſchiedenheit in dem Verhalten dieſes Metalls bloſs aus dem Grade ſeiner durch die Reduction erlittenen Verdichtung, je nachdem dieſelbe bei einer niedrigern oder höhern Temperatur Statt gefunden habe, erklärt werden müſſe.

Dieſe Sache verhält ſich aber ganz anders. Das durch Waſſerſtoffgas vollkommen reducirte Eiſen iſt an der Luft durchaus nicht von ſelbſt entzündlich,

Digitized by Google

und wäre Hr. M. bei seinen Versuchen mit mehr Umsicht zu Werke gegangen, so hätte ihm die wahre Ursache dieser scheinbaren Verschiedenheit in dem Verhalten dieses Metalls nicht entgehen können.

Schon seit mehreren Jahren habe ich mich mit Versuchen über die Desoxydation und Reduction der Metalle durch Wasserstoffgas beschäftigt, um genauere Bestimmungen über ihre verschiedenen Oxydationsstufen und ihre Capacität für den Sauerstoff zu erhalten. Aus diesen Untersuchungen, zu deren Bekanntmachung ich bisher noch nicht habe kommen können, will ich das, was auf diesen Gegenstand Bezug hat, ausheben und zur Berichtigung desselben hier vorläufig mittheilen.

Das Eisenoxyd läfst sich durch Wasserstoffgas, wie schon Hassenfratz bewiesen hat, vollständig reduciren. Um aber das Eisen auf diese Weise mit Sicherheit und Leichtigkeit in vollkommen metallischem Zustande zu erhalten, ist es, wie meine Versuche mich belehrt haben, erforderlich, dafs das Wasserstoffgas, über das Eisenoxyd im rothglühenden Zustande geleitet wird, und dafs man dasselbe zuvörderst durch Hinüberleiten über Chlorcalcium entwässert und ebenfalls auch das durch Reduction erzeugte Wasser durch dieselbe Substanz auffängt. Indessen findet die Reduction dieses Metalloxyds durch den Wasserstoff auch schon bei niedrigern Temperaturen Statt, und selbst noch bei Wärmegraden, die tief unter der Rothglühhitze liegen. Nur geht dann die Reduction sehr langsam von Statten, und es hält, zumal bei sehr nie-

Digitized by Google

drigen Temperaturen, äuſserſt ſchwierig, es vollſtändig ohne Beimiſchung von Eiſenoxydul in reguliniſches Eiſen zu verwandeln.

Das durch dieſes Verfahren reducirte Eiſen beſitzt, wie ich ſchon oben bemerkt habe, keine pyrophoriſchen Eigenſchaften, wofern es ſich nur im vollkommen reguliniſchen Zuſtande befindet, es mag übrigens bei Rothglühhitze, oder bei einer unter derſelben liegenden Temperatur gewonnen worden ſeyn. Indeſſen, was ſehr bemerkenswerth und bisher unbeachtet geblieben iſt, erlangt es die Eigenſchaft, ſich von ſelbſt in Berührung mit der Luft zu entzünden, ſobald es etwa bis zu einer Temperatur, bei welcher Cadmium ſchmelzt, erhitzt wird, und verbrennt unter ſehr lebhaftem Glühen zu ſchwarzem Eiſenoxyd, oder dem Eiſenoxyduloxyd Proust's, der bekanntlich dieſes Eiſenoxyd zuerſt für eine Verbindung von Eiſenoxydul und Eiſenoxyd erklärt hat. Hierbei pflanzt ſich die in einem Punkte der zu den Verſuchen angewandten Menge entſtandene Entzündung ſehr ſchnell durch die ganze Maſſe fort.

Wird hingegen Waſſerſtoffgas über rothes Eiſenoxyd bei einer noch niedrigern Temperatur, als die iſt, bei welcher die Reduction anhebt, geleitet *),

*) Nicht bei hoher Temperatur; wie es bei Erwähnung dieſer Verſuche, vermuthlich durch ein Miſsverſtändniſs veranlaſst, im 3ten Theile von Döbereiner's Beiträgen zur pneumatiſchen Chemie Seite 58, und daraus in Schweigger's und Meinecke's Journ. f. Chemie und Phyſik B. 35. S. 115 angegeben wird.

Digitized by Google

ſo erleidet daſſelbe bloſs eine Desoxydation, und wird in das wahre Eiſenoxydul umgeändert. Ich bezeichne daſſelbe hier mit dem Beinamen wahres Eiſenoxydul, weil das Eiſen auf dieſer Oxydationsſtufe für ſich iſolirt vor mir noch von keinem andern Chemiker dargeſtellt worden iſt, und weil das gemeiniglich dafür angenommene und beim Hinüberleiten von Waſſerdämpfen über glühendes Eiſen erhaltene Oxyd kein Eiſenoxydul iſt, ſondern ſchon eine Verbindung von Eiſenoxydul mit Eiſenoxyd. Daſſelbe beſitzt eine dunkel ſchwarzblaue Farbe, die bei auffallendem Lichte faſt völlig ſchwarz erſcheint, und ertheilt auch dem Glaſe eine blaue Farbe. Von demſelben rührt auch die blaue Farbe der blauen Eiſenſchlacken her.

Dieſes Eiſenoxydul beſitzt nun die Eigenſchaft der Selbſtentzündlichkeit in einem hohen Grade. Hat man daſſelbe in Waſſerſtoffgas vorſichtig erkalten laſſen, und nachgehends gegen den Zutritt der Luft möglichſt geſchützt, ſo entzündet es ſich augenblicklich, ſo wie es auf einer Porcellantaſſe dem vollen Zutritt der Luft ausgeſetzt wird. Dabei verwandelt es ſich aber nicht wie das metalliſche Eiſen in das gewöhnliche ſchwarze Eiſenoxyd, ſondern geht auf der Stelle in vollkommen rothes Eiſenoxyd über.

Dieſes Eiſenoxydul iſt nun auch die Urſache der von Hrn. M. beobachteten Selbſtentzündlichkeit des bei niedrigen Temperaturen durch Waſſerſtoffgas reducirten Eiſens. Wie ſchon erwähnt, gelingt die vollſtändige Reduction dieſes Metalls durch Waſſerſtoffgas bei niedrigern Temperaturen äuſserſt ſchwierig, und es bleiben faſt beſtändig geringe Mengen Ei-

Digitized by Google

ſenoxyduls dabei, die durch ihre ſpontane Entzündung leicht das metalliſche Eiſen bis zu der Temperatur erhitzen, wobei ſich daſſelbe, wie eben angeführt, ebenfalls von ſelbſt entzündet, und dadurch zu der Täuſchung Veranlaſſung giebt, als wenn das metalliſche Eiſen ſelbſt dieſe Eigenſchaft ſchon für ſich beſäſse.

Daſs eine ſolche Beimiſchung von Eiſenoxydul bei den Verſuchen des Hrn. M. wirklich Statt gefunden hat, erhellt vollends aus ſeinen Angaben über den Gewichtsverluſt, welchen das rothe Eiſenoxyd bei dieſer Reduction erlitten hat. Er beruft ſich zwar zum Beweiſe, daſs das Eiſen vollkommen reducirt ſey, auf die von Berzelius angegebene Miſchung des Eiſenoxyds. Dieſe Beſtimmung giebt aber den Sauerſtoffgehalt des Eiſenoxyds um 0,5 Procent zu hoch an. Daſſelbe enthält meinen Unterſuchungen zu Folge nur 30,15 Sauerſtoff anſtatt 30,66, wie Berzelius daſſelbe annimmt.

Auſser dieſem rothen Eiſenoxyde und dem erwähnten ſchwarzblauen Eiſenoxydul kommen beim Eiſen keine andern eigenthümlichen Oxydationsſtufen vor. Das ſchwarze Eiſenoxyd, welches ſowohl durch unmittelbares Verbrennen des Eiſens, als auch beim Hinüberleiten von Waſſerdampf über metalliſches Eiſen gebildet wird, iſt, wie dieſes jetzt auch von mehreren Chemikern angenommen wird, kein eigenthümliches Oxyd, ſondern bloſs eine Verbindung der beiden erwähnten Oxyde. Das Verhältniſs dieſer Oxyde zu einander in dieſer Verbindung iſt indeſſen nicht conſtant, ſondern wechſelt nach der Tempera-

Digitized by Google

tur und andern auf die Bildung deſſelben Einfluſs habenden Umſtänden, und der Gehalt an Oxyd iſt darin um ſo gröſser, je höher die Temperatur war, bei welcher die Verbrennung Statt findet und je länger die Einwirkung der Waſſerdämpfe fortgeſetzt wird. Deswegen ſind auch die Angaben über die Gewichtszunahme des durch Verbrennen oder durch Waſſerdämpfe oxydirten Eiſens ſo ſehr abweichend, ſo wie auch Berthier durch die Nichtbeachtung dieſes Umſtandes veranlaſst werden konnte, in dem Eiſenhammerſchlage eine beſondere Oxydationsſtufe anzunehmen.

Digitized by Google

VII.

Ueber Lithion-Glimmer;

von

Hrn. Edward Turner M. D. *)

Eine Löthrohrprobe mit dem rosenfarbenen Glimmer von Chursdorf, welche Hr. Dr. Turner auf Veranlassung des in diesem Minerale durch Hrn. Prof. C. G. Gmelin entdeckten Lithiongehaltes (Siehe dies. Ann. LXXIX. 43) unternahm, und wobei derselbe durch das charakteristische Verhalten dieses Glimmers überrascht wurde, führte die Untersuchung herbei, die hier gegenwärtig wegen ihres Zusammenhanges mit den Arbeiten des Hrn. Prof. Gmelin (letztere in dies. Bande S. 215) und zwar im Auszuge mitgetheilt werden soll. Dass Hr. Dr. Turner in Glimmern von Zinnwalde, von Altenberg, vom Ural, und in mehreren aus Cornwall einen Lithiongehalt mittelst des Löthrohrs entdeckte, ist schon in diesem Bande S. 217 angeführt worden, wo auch Hr. Prof. Gmelin zugleich einige interessante Bemerkungen von Hrn. Haidinger über das Vorkommen der Lithionglimmer bereits mitgetheilt hat. Dieses kann hier also übergangen werden, und so ebenfalls die Analyse eines braunen Glimmers von Cornwall, welche den Hauptgegenstand der im 5ten Heft des Edinburger Journal of Science p. 137 enthaltenen Abhandlung des Hrn. Dr. T. ausmacht, da der Verfasser selbst sie späterhin für

*) Edinb. Journ. of Science. N. VI. p. 261. Im Auszuge.

Digitized by Google

ungenau erklärt und durch eine richtigere erſetzt hat. Der gegenwärtige Auszug iſt aus einer ſpäteren Abhandlung entnommen, die, auſser der genannten Analyſe, noch die der Glimmer von Zinnwalde, Altenberg und einer grauen Varietät aus Cornwall enthält, bis jetzt aber noch nicht geſchloſſen iſt.

Um das Lithion von dem Kali zu trennen, wandte Hr. Dr. T. folgendes Verfahren an. Der Glimmer wurde im Agatmörſer zu einem feinen Pulver zerrieben mit dem Sechsfachen ſeines Gewichtes an kohlenſaurem Baryt gemiſcht und anderthalb Stunden lang der Weiſsglühhitze ausgeſetzt, darauf die Maſſe in Salzſäure gelöſt und zur Trockne verdampft. Nachdem aus dieſer die löslichen Theile mit heiſsem Waſſer ausgezogen waren, wurde durch Ammoniak die Thonerde, das Eiſen- und das Manganoxyd gefällt und alles nebſt der zurückgebliebenen Kieſelerde durchs Filtrum abgeſondert. Die durchgelaufene Flüſſigkeit, welche noch heiſs durch kohlenſaures Ammoniak vom Baryt befreit worden, wurde abermals filtrirt, dann abgedampft und die trockne Salzmaſſe zur Verjagung des Salmiaks geglüht. Nachdem ſie aufs Neue in Waſſer gelöſt und mit einer Auflöſung von Chlorplatin verſetzt worden, wurde ſie zur völligen Trockne verdunſtet und hierauf mit Alkohol von mäſsiger Stärke übergoſſen, welcher das Chlorlithium und den Ueberſchuſs des Chlorplatins auszog, das Doppelſalz von Chlorkalium und Chlorplatin aber ungelöſt zurückliefs. Die weitere Trennung der beiden Alkalien geſchah auf dem gewöhnlichen Wege. Es iſt jedoch nöthig, das Chlorlithium in ſchwefelſaures Lithion zu verwandeln, weil das erſtere zer-

Digitized by Google

fliefsend ist und deshalb keine genaue Wägung zuläfst. Uebrigens war vor der Hinzufügung des Platinfalzes die Abwefenheit des Kalkes durch kleefaures Ammoniak ermittelt und auch zur Entfernung eines möglichen Gehaltes an Mangan und Eifen der Flüffigkeit Hydrothion - Ammoniak hinzugefetzt worden; letzteres zeigte fich indefs meift unnöthig, da das Mangan durch das Ammoniak völlig abgefchieden war, und das wenige zurückbleibende Eifen fchon durch das Glühen unlöslich wurde. Bei der erfteren Analyfe des braunen Cornwaller Glimmers gelang die Trennung des Lithions von dem Kalium nicht vollkommen. Hr. Dr. T. befolgte dort das Verfahren des Hrn. Prof. Gmelin, den Baryt durch Schwefelfäure zu entfernen, Chlorplatin dem Gemenge von fchwefelfaurem Kali und Lithion hinzuzufetzen und das fchwefelfaure Lithion durch Waffer von dem Doppelfalz aus Platin und Kali abzufcheiden. Welche Sorgfalt aber auch genommen wurde, fo fand Hr. Dr. Turner doch, dafs das Waffer mehr oder weniger von dem Doppelfalze auflöfte, und deshalb wandte er fpäterhin das fo eben befchriebene Verfahren an.

Die Analyfen find fämmtlich auf gleichem Wege angeftellt, aber nur bei der des *Zinnwalder* Glimmers die einzelnen Angaben mitgetheilt. Von diefem Glimmer wurden 51,235 Gran durch kohlenfauren Baryt zerlegt, und nach dem genannten Verfahren 7,35 Gr. fchwefelf. Lithion = 2,281 Gr. = 4,09 pr. Ct. reines Lithion, und 9,68 fchwefef. Kali = 5,28 Gr. = 9,467 pr. Ct. reines Kali erhalten, wobei die Angaben von Thomson, dafs 40 Schwefelfäure an Kali 48 und an Lithion 18 fättigen, zum Grunde gelegt ift.

Digitized by Google

Bei der ferneren Analyſe wurde die des Topaſes von Berzelius zur Richtſchnur genommen.

29,38 Gr. des gepülverten Glimmers wurden mit dem dreifachen Gewicht an kohlenſ. Natron gemiſcht, auf eine halbe Stunde einer mäſsigen Rothglühhitze ausgeſetzt, und die Maſſe darauf völlig mit heiſsem Waſſer ausgezogen. Die Flüſſigkeit wurde mit kohlenſaurem Ammoniak verſetzt und nun ſo lange einer Temperatur von 100° F. ausgeſetzt, bis aller Geruch von Ammoniak verſchwunden war, wobei ſich auch die anfänglich von dem Natron aufgelöſte Thon- und Kieſelerde abſetzte. Nach Filtration wurde die Flüſſigkeit genau mit Salzſäure geſättigt, und die Fluſsſäure durch Chlorcalcium gefällt. Der fluſsſaure Kalk wog nach dem Glühen 5,41 Gr. = 1,509 Gr. = 5,133 pr. Ct. Fluſsſäure. Was das Waſſer zu Anfange nicht gelöſt hatte und das, was durch Ammoniak gefällt war, wurde in Salzſäure gelöſt, und die Kieſelerde auf gewöhnliche Weiſe beſtimmt. Sie wog 15,07 Gr. = 44,247 pr. Ct. Aus der ſalzſauren Auflöſung wurde in der Kälte und nach mäſsiger Verdünnung die Thonerde und das Eiſen durch eine allmälig hinzugeſetzte Löſung von kohlenſaurem Natron gefällt und beide von einander durch Kali getrennt. Die Thonerde wog, nachdem ſie einer Weiſsglühhitze ausgeſetzt worden, 8,349 Gran = 24,532 pr. Ct., das geglühte Eiſenoxyd hingegen 3,709 Gran = 3,329 Gran = 11,33 pr. Ct. Eiſenoxydul. Die von Eiſen und Thonerde befreite Flüſſigkeit wurde zur Verjagung der Kohlenſäure ſtark gekocht und darauf mit kohlenſaurem Natron überſättigt. Es ſetzte ſich ein ſchmuzig weiſser Niederſchlag ab, der nach Rothglühen 0,543

Digitized by Google

Gr. braunes Manganoxyd lieferte, entſprechend 1,489 Gr. oder 1,664 pr. Ct. an Oxydul.

Hiedurch wurden die folgenden Reſultate erhalten:

	Glimmer von Zinnwalde	graner Gl. aus Cornwall	Glimmer von Altenberg	brauner Gl. aus Cornwall
Kieſelerde . . .	44,28	50,82	40,19	40,06
Alaunerde . . .	24,53	21,33	22,79	22,90
Eiſenoxydul . . .	11,33	9,08	— —	— —
ſchwarzes Eiſenoxyd	— —	— —	19,78	— —
Eiſenoxyd . . .	— —	— —	— —	27,06
Manganoxydul . .	1,66	Spur	2,02	1,79
Fluſsſäure . . .	5,14	4,81	3,99	2,71
Kali	9,47	9,86	7,49	4,30
Lithion	4,09	4,05	3,06	2,00
	100,50	99,95	99,25	100,82

Die Oxydationsſtufe des Eiſens in dieſen Glimmern wurde nach der Farbe beurtheilt; Kalk und Magneſia konnte nicht in ihnen aufgefunden werden, eben ſo wenig wie Titan. Durchs Glühen verloren der Glimmer von Altenberg und der graue aus Cornwall ein Viertel Procent, der von Zinnwalde erlitt keinen merklichen Verluſt.

Das ſpecifiſche Gewicht war beim Glimmer von *Zinnwald*, nachdem er zur Vertreibung der Luft in deſtillirtem Waſſer gekocht worden: 2,985; bei dem von *Altenberg* anfangs 3,0195 und nach dem Kochen 3,0426; bei dem *grauen* aus Cornwall anfangs 2,814 und nach dem Kochen 2,897; endlich bei dem *braunen* aus Cornwall anfangs 3,066 und nach dem Kochen 3,081. Alle dieſe Glimmer kommen merkwürdigerweiſe in Zinndiſtrikten vor.

Digitized by Google

Hr. Dr. T. bemerkt ferner, dafs, wenn im Glimmer Mangan enthalten ſey, von dieſem immer ein Antheil in der alkaliſchen Flüſſigkeit zurückbleibe, auch ſelbſt nachdem ſich ſchon der fluſsſaure Kalk abgeſetzt habe, daher es gut ſey, der Flüſſigkeit ein wenig Hydrothionammoniak hinzuzuſetzen; auch ſey es rathſam, die Flüſſigkeit nach Abſonderung des fluſsſauren Kalks zur Trockne zu verdampfen, um ſicher alle Kieſelerde abzuſcheiden.

Dafs das, was für Lithion gehalten wurde, wirklich ſolches war, ergab ſich daraus: dafs es mit Salzſäure ein leicht ſchmelzbares, ſehr raſch zerflieſsendes und in Alkohol auflösliches Salz lieferte; dafs das mit Schwefelſäure gebildete Salz neutral war, leicht ſchmolz und ſich dann vollſtändig wieder in Waſſer auflöſte; dafs es ſich mit Eſſigſäure zu einem zerflieſsenden, beim Abdampfen einen zähen Schleim liefernden und völlig getrocknet ſehr ſpröden Salze verband, welches nach dem Glühen ein kohlenſaures Salz von entſchiedener Alkaleität hinterlieſs, das leicht ſchmolz und beim Erkalten zu einer kryſtalliniſchen Maſſe anſchoſs; endlich dafs es das Platinblech angriff, auf dem man es geſchmolzen hatte.

Prof. Gmelin zeigte meines Wiſſens zuerſt, ſagt Hr. Dr. T., dafs die weingeiſtige Löſung des ſalzſauren Lithions mit rother Flamme brennt, eben ſo, dafs das neutrale und ſaure ſchwefelſaure Salz dem Alkohol gleichfalls dieſe Eigenſchaft ertheilt. Die niedlichſte Art, um dieſs beim ſalzſauren Salze zu zeigen, iſt: dafs man Flieſspapier in die geiſtige Auflöſung taucht, und darauf anzündet. Ein Stück ſalzſaures oder eſſigſaures Lithion, ſchwach befeuchtet, auf ei-

Digitized by Google

ner Meſſerſpitze an die Flamme einer Kerze gebracht, theilt dieſer ſogleich eine rothe Farbe mit; das kohlenſaure Salz thut daſſelbe, doch weniger deutlich. Das ſchwefelſaure Salz iſt beſonders gut zu dieſem Zweck geeignet und macht es möglich, das Lithion dadurch von allen übrigen Salzbaſen, mit denen es verwechſelt werden kann, zu unterſcheiden. Salzſaurer Kalk, ſalzſaurer und eſſigſaurer Strontian (doch nicht eſſigſaurer Kalk) färben die Flamme bei Berührung roth, aber kein ſchwefelſaures Salz auſser dem vom Lithion beſitzt dieſe Eigenſchaft *). Es läſst ſich ſelbſt noch $\frac{1}{1000}$ Gran vom kriſtalliſirten ſchwefelſauren Lithion erkennbar machen. Das beſte Verfahren hiebei iſt folgendes: Man hält das Salz auf einer Meſſerſpitze ein wenig in die Kerzenflamme, damit es an dem Stahl hafte, befeuchtet es dann mit Waſſer und bringt es nun mit den äuſsern Rand des untern blauen Theils der Flamme in Berührung. Es erſcheint darauf ein rothes Licht in Geſtalt eines Saumes an der Flamme, welches aber verſchwindet, ſo wie das Salz trocken wird. Durch abermalige Befeuchtung wird die Wirkung erneut und der Verſuch kann mit derſelben Portion des Salzes vielmals wiederholt werden. Bringt man das Lithionſalz in das Innere der Flamme, ſo wird eine Miſchung von Farben erzeugt, welche die Deutlichkeit des Vorgangs ſchwächt; aus dieſem

*) Wenn der ſchwefelſaure Strontian ſehr fein gepülvert und ſtark mit Waſſer befeuchtet iſt, ſo theilt er der Flamme eine rothe Farbe mit, falls man ihn auf den Docht bringt. Beim ſchwefelſauren Kalk wurde dieſs nicht bemerkt. Schwefelſaure Magneſia wirken durchaus nicht auf die Flamme.

Digitized by Google

Grunde wurde ausdrücklich bemerkt, dafs es nur den äufsern Rand der Flamme berühren müfse.

Wenn ein Glauberfalzkryftall in die Flamme einer Kerze gebracht, oder noch beffer, mit dem Docht in Berührung gefetzt wird, fo vergröfsert fich die Flamme aufserordentlich und wird entfchieden gelb. Schwefelfaures Kali, gepülvert und gut befeuchtet, auf gleiche Weife angewandt, färbt die Flamme blafs violett, ohne fie zu vergröfsern. In geringer Menge wie das fchwefelfaure Lithion angewandt, üben die beiden Salze nicht diefe Wirkung aus, übrigens verhält fich das kohlenfaure und falzfaure Kali oder Natron wie das entfprechende fchwefelf. Salz. Es erleidet alfo keinen Zweifel, dafs nicht die drei Alkalien: Kali, Natron und Lithion durch ihre Wirkung auf die Flamme mit Leichtigkeit von einander unterfchieden werden können.

Hinfichtlich der Leichtigkeit, mit der die Lithionglimmer in Flufs gerathen, hält Hr. Dr. T. es für fehr wahrfcheinlich, dafs fie zum Theil von der Gegenwart des Kalis abhange, da er bemerkt hatte, dafs die Lithion-Verbindungen, obgleich fie an fich leicht fchmelzbar find, es noch in einem höheren Grade werden, wenn Kali zugegen ift. So z. B. fchmilzt eine Mifchung von kohlenfaurem oder falzfaurem Kali und Lithion bei einer niederen Temperatur als reines kohlenfaures oder falzfaures Lithion für fich. Einige andere Beobachtungen des Hrn. Dr. T. mögen hier übergangen werden, da fie in dem Folgenden ausführlicher mitgetheilt find.

Digitized by Google

VIII.

Ueber die Art, das Lithion in Mineralien mittelſt des Löthrohrs zu entdecken; *)

von

Hrn. Edward Turner, M. D.

Aus einigen bei der letzten Unterſuchung beobachteten Thatſachen war es Hrn. Dr. T. wahrſcheinlich geworden, daſs ein Körper flüſſig werden müſſe, um auf die Flamme einen Einfluſs auszuüben, beſonders da einige ſchwer ſchmelzbare Mineralien in dieſer Hinſicht ganz unwirkſam ſind, obgleich ſie einen bedeutenden Antheil von Lithion enthalten, während die leichtflüſſigen Lithionglimmer die Flamme roth färben. Dieſerhalb wurde verſucht, ob jene lithionhaltigen Mineralien auf die Flamme wirkten, wenn man ſie leichter ſchmelzbar mache. Es wurde daher gepülverter Spodumen mit Waſſer zu einem Teige gemacht und darauf der Löthrohrflamme ausgeſetzt. Anfangs wollte das Mineral nicht ſchmelzen, auch die Flamme keine Röthe annehmen. Als aber die Hitze vergröſsert wurde, ſchmolz das Mineral und ſogleich färbte ſich die Flamme roth, jedoch nur ſchwach. Bei Vermiſchung des Minerales mit Fluſsſpath ſchmolz es noch leichter und gab auch der Flamme einen noch deutlicheren Stich ins Rothe.

Die flüſſige Form befördert nun zwar die Färbung der Flamme, iſt aber nicht weſentlich nöthig. Koh-

*) Im Auszuge aus Edinb. Journ. of Science. N. VII. p. 113.

Digitized by Google

lenſaures Kupfer macht die Flamme grün ohne daſs es ſchmelzt, und kohlenſaures Strontian, vor dem Löthrohr heftig erhitzt, phosphorescirt merkwürdig und theilt der Flamme eine rothe Farbe mit, obgleich die Probe völlig ungeſchmolzen bleibt. Auch iſt die Wirkung nach der Natur des Fluſsmittels verſchieden. Spodumen z. B. ſchmilzt durch Zuſatz von kohlenſaurem Kali oder Natron, und noch leichter durch Zuſatz von Boraxſäure, oder phosphorſaurem Natron und Ammoniak, aber ohne daſs eine Spur von rother Farbe ſichtbar würde. Es geht hieraus hervor, daſs eine gewiſſe chemiſche Bedingung, mehr als die flüſſige Form, zur Färbung der Flamme nöthig iſt.

Noch wirkſamer auf den Spodumen, als Fluſsſpath, iſt ſaures fluſsſaures Kali; damit gemiſcht, *mit* Waſſer zu einem Teige gemacht, und mittelſt eines Platindrahtes der Löthrohrflamme ausgeſetzt, ſchmilzt dieſes Mineral leicht und theilt der Flamme eine lebhaft rothe Flamme mit. Doch wurde die Wirkung noch erhöht, wenn das Foſſil ſtatt des ſauren fluſsſauren Kali mit einem Gemenge von 1 Thl. Fluſsſpath und $4\frac{1}{2}$ Thl. ſaurem fluſsſauren Kali zu gleichen Theilen vermiſcht auf dieſelbe Art behandelt wurde. Beide Fluſsmittel ſcheinen in der Hitze, das letztere zu ſeinem Vortheil jedoch ſpäter, Fluſsſäure auszugeben, die das Foſſil zerlegt, indem ſie ſich mit der Kieſelerde verbindet und Lithion frei macht. Das letztere Fluſsmittel verdient in der Praxis den Vorzug.

Die beiden hier ſo eben empfohlenen Fluſsmittel haben indeſs ſchon für ſich eine Wirkung auf die Flamme, herrührend von der Gegenwart des Kali. Sie kann jedoch nicht mit der von Lithion erzeugten

Digitized by Google

verwechſelt werden, und wenn ja ein Zweifel in dieſer Hinſicht entſteht, ſo darf man ſich nur ſtatt jener eines Gemenges von 1 Thl. Fluſsſpath mit 1½ Thl. ſchwefelſaurem Ammoniak bedienen, welches auf gleiche Weiſe wirkt, und für ſich vor ſeinem Schmelzen der Flamme eine blafs bläulichgrüne Farbe, nach Art mehrerer anderer Ammoniakſalze, mittheilt.

Vom Petalit gilt daſſelbe, wie vom Spodumen, auch läſst ſich das hier gegebene Verfahren wegen der groſsen Verwandtſchaft der Fluſsſäure zur Kieſelerde wahrſcheinlich auf alle kieſelhaltigen Lithion-Mineralien mit Erfolg anwenden.

Da mehrere Strontian- und Kalkſalze ebenfalls der Flamme eine rothe Farbe ertheilen, ſo unterſuchte Hr. Dr. T. mit beſonderer Sorgfalt, ob hieraus ein Irrthum entſtehen könne. Obgleich derſelbe es nicht für wahrſcheinlich hält, daſs der natürliche kohlenſaure und ſalzſaure Strontian mit einer lithionhaltigen Kieſelerdeverbindung zu verwechſeln ſey, ſo theilt er doch deren Verhalten vor dem Löthrohr mit. Strontianit für ſich, gepülvert und angefeuchtet, auf einem Platindraht der Löthrohrflamme ausgeſetzt, theilt dieſer eine gelbe Farbe mit, phosphorescirt nach länger fortgeſetztem Blaſen, und giebt bald hernach eine rothe Farbe. Letzteres hängt von dem Entweichen der Kohlenſäure ab, denn es findet nicht eher als bei eingetretener Phosphorescenz Statt, und dann färbt die Probe das Kurkumäpapier ſtark roth. Vermiſchung des Strontianits mit dem Fluſs ſchwächt ſeine Wirkung auf die Flamme. Cölestine, auf gleiche Weiſe behandelt, giebt auch erſt bei heftiger Hitze und nach ein Paar Minuten, wenn das Salz zerſetzt

Digitized by Google

ist und zu phosphoresciren angefangen hat, der Flamme einen Stich ins Rothe; die Probe wird ebenfalls alkalisch. Dieser Vorgang wird durch Vermischung des Cölestins mit einem Fluss aus saurem schwefelsaurem Kali und Flussspath erleichtert, es tritt dann vollkommne Schmelzung ein ohne die geringste Spur von Röthe der Flamme; nach fortgesetztem Blasen wird die Probe aber allmälig fest und nun wird der Strontian leicht in den kaustischen Zustand versetzt. Diese Wirkungen können also nicht mit denen beim Lithion verwechselt werden.

Beim kohlensauren und schwefelsauren Kalk sind die Erscheinungen dieselben wie beim Strontian, nur weniger deutlich, und treten auch nicht eher ein, als bis der Kalk kaustisch geworden ist. Kieselhaltige Mineralien, welche Kalk enthalten und zwar in beträchtlicher Menge, wie Datolith und Apophyllit, wurden mit dem Löthrohr untersucht, gaben aber weder für sich noch mit dem Fluss eine rothe Flamme. Hr. Dr. T. hält es für wahrscheinlich, dass der Strontian, wenn er in einem kieselhaltigen Minerale vorkommt, ebenfalls unwirksam seyn werde, oder falls er wirke, nur unter Umständen, die ihn hinreichend vom Lithion unterscheiden, nämlich erst nach Zersetzung des schwefelsauren Salzes, was aus ihm mittelst des Flusses gebildet worden ist.

Zuletzt spricht Hr. Dr. T. noch den Wunsch nach einem sichern Mittel aus, um die Gegenwart des Kali und Natrons in einem Minerale vor dem Löthrohr zu entdecken, da die von ihm in dem vorigen Aufsatz angegebenen ihren Zweck nicht ganz erreichen. Die blasse Lillafarbe nämlich, die das Kali er-

Digitized by Google

zeugt, unterſcheidet zwar deſſen Salze hinlänglich von denen des Natrons, iſt aber bei einem Minerale nur alsdann deutlich genug, wenn das Kali darin in beträchtlicher Menge vorkommt. Eben ſo beſitzen zwar mehrere natronhaltige Mineralien, wie Sodalit, Analcim, Chabaſite, Albit, Pechſtein u. ſ. w. die Eigenſchaft des Natrons die Flamme gelblich zu färben, unglücklicherweiſe aber auch der fluſsſaure Kalk und, unter andern Umſtänden, vermuthlich Kalk ebenfalls. Der Verfaſſer glaubt indeſs, daſs die gelbe Farbe, welche mehrere natronhaltige Foſſilien der Flamme ſehr deutlich mittheilen, den Chemikern und Mineralogen bisweilen nicht ohne Nutzen ſeyn werde.

IX.

Ueber die Auffindung der Boraxſäure in Mineralien mittelſt des Löthrohrs;

von

Hrn. Edward Turner, M. D.

(Auszug aus dem Edinb. philosoph. Journ. No. XXVII. p. 124.)

Unter die Reagenzien, welche Hr. Dr. T. bei Gelegenheit der vorhergehenden Verſuche zur Ausmittlung des Lithions in Mineralien vergeblich anwandte, gehörten auch Boraxſäure und Gemenge von Boraxſäure mit Fluſsſpath, wobei derſelbe aber bemerkte, daſs ſie der Spitze der Löthrohrflamme eine grüne Farbe ertheilten, ähnlich der einer brennenden Auflöſung der Boraxſäure in Alkohol. Dieſs veranaſste den Verfaſſer zu unterſuchen, ob nicht hiedurch

Digitized by Google

geringe Mengen von Boraxſäure aufgefunden werden könnten, da es ſelbſt nach Berzelius Urtheile an einem ſolchen Mittel bisher noch fehlte.

Wenn gepülverter und angefeuchteter Boracit auf einem Platindraht der Löthrohrflamme ausgeſetzt wird, ſo erſcheint die charakteriſtiſche grüne Flamme. Datolith und Humboldtit von Salisbury-Craig färben aber die Flamme nicht eher grün, als bis ſie mit Schwefelſäure befeuchtet werden — ein Factum, was ſchon Hr. Prof. Pfaff in ſeiner analytiſchen Chemie angedeutet hat. Die Boraxſäure iſt ſchon in mehreren Turmalinen gefunden worden. So fand Arfvedſon 1 pr. Ct. von derſelben in dem blauen Turmalin von Utö; Gruner 9 pr. Ct. in einer Varietät aus Grönland, und neuerlich entdeckte auch Prof. Gmelin dieſelbe in mehreren anderen Varietäten dieſes Minerales. Turmalin entweder für ſich oder mit Schwefelſäure befeuchtet vor dem Löthrohr erhitzt, giebt der Flamme keine grüne Farbe, eben ſo wenig als mit ſaurem fluſsſauren Kali oder einem Gemenge von ſalzſaurem Ammoniak und fluſsſaurem Kalk, ſo daſs alſo auf dieſem Wege die etwa vorhandene Boraxſäure nicht entdeckt werden kann. Es gelingt jedoch vollkommen mit einem Fluſſe aus 1 Thl. Fluſsſpath und 4½ Thl. ſaurem ſchwefelſ. Kali. Dieſer Fluſs und gepülverter Turmalin zu gleichen Theilen vermiſcht, mit Waſſer zu einem Teige gemacht, und auf einem Platindraht der Löthrohrflamme ausgeſetzt, doch nicht an deren Spitze, ſondern etwas näher an dem Docht, als die Spitze der blauen Flamme, theilt der Flamme ſogleich nach dem Schmelzen eine rein grüne Farbe mit. Die Wirkung iſt deutlich und unzweifelhaft, aber die

Digitized by Google

Operation erfordert einige Sorgfalt, denn die grüne Farbe erſcheint nur auf einen Augenblick, ſo wie die Schmelzung eintritt, und iſt ſie einmal verſchwunden, ſo kann ſie nicht wieder zum Vorſchein gebracht werden, wie lange man auch das Blaſen fortſetzt.

Auf dieſe Art wurde die Boraxſäure in den nachſtehenden Turmalinen entdeckt:

In einem *dunkelbraunen* und einem *grünen* T. aus Massachusetts, in *ſchwarzem* T. aus Braſilien, von Abo in Finnland, von Finbo, Arendal, vom St. Gotthard, aus Cornwall, Roſsſhire, Banffshire, Aberdeenshire, aus Deutſchland, und von Penig in Sachſen; in einem *bräunlich ſchwarzen* T. von Käringsbrycka in Schweden, in einem *hellbraunen* T. aus Cornwall, und einen hellbraunen, divergirend faſerigen T. eben daher.

Die Varietäten von Aberdeenſhire und Penig ſind gemeiner Schörl, der in Granit vorkommt; der mit dieſem Schörl in Berührung ſtehende Feldſpath gab, ſorgfältig unterſucht, nicht die geringſte Anzeige von Boraxſäure. Eben ſo konnte in den folgenden Mineralien dieſe Säure nicht aufgefunden werden.

Bimsſtein und *Obſidian* von den Liparen, *Pechſtein* von Arran und Meiſsen, *Grünſtein* von Salisbury-Craig, *Baſalt* von Arthur's Seat, *gemeine Hornblende* von Arendal, *kryſtalliſirte Hornblende* aus Böhmen, *Augit* und *Pyrop* eben daher, *gemeiner Granat* aus Grönland, *Piſtacit* aus Norwegen, Feldſpath, Leucit, Idocras, Zoïſit, Lava unbekannten Urſprungs.

Axinit (aus der Dauphinée und Cornwall, ſo wie ein Exemplar von unbekannter Herkunft) hingegen, obgleich darin bis jetzt die Boraxſäure noch nicht entdeckt wurde, wie der Verfaſſer glaubt *), enthält dieſelbe

*) Im Axinit von Oiſans in der Dauphinée hat ſchon Hr. Hofr. Vogel vor mehreren Jahren eine beträchtliche Menge Borax-

Digitized by Google

gewifs; denn, mit dem Flufs behandelt, verhält er ſich genau wie Turmalin. Der ſogenannte *derbe Axinit* aus Cornwall enthält keine Boraxſäure. Ein *Colophonit* aus Norwegen, muthmaſslich von Arendal, enthielt ebenfalls Boraxſäure, doch ſieht Hr. Dr. T. dieſelbe als aufserweſentlich an, da ſie wenigſtens in zwei anderen Varietäten von demſelben Fundorte und in einer aus Amerika nicht vorkommt. Der Hr. Verf. überzeugte ſich übrigens bei einem Braſilianiſchen Topaſe, beim Colophonit, und beim Axinit, mittelſt des gewöhnlichen Verfahrens, daſs das, was wegen der grünen Farbe der Löthrohrflamme für Boraxſäure gehalten wurde, wirklich ſolche ſey, und er ſchlieſst aus der Intenſität der Farbe, mit welcher die weingeiſtige Löſung der abgeſchiedenen Boraxſäure brannte, *daſs* der Axinit mehr von dieſer Säure enthalte als jener Turmalin.

Hr. Dr. T. hält ferner dafür, daſs weitere Beobachtungen über den Werth der hier vorgeſchlagenen Proben entſcheiden müſſen, obgleich ihm keine Subſtanzen bekannt ſind, die unter den genannten Umſtänden wie die Boraxſäure der Löthrohrflamme eine grüne Farbe ertheilen. Kupferſalze färben zwar die Flamme ebenfalls grün, doch ſchon ohne allen Flufs. Eben ſo läſst derſelbe es unentſchieden, wie geringe Mengen von Baraxſäure hiedurch noch zu entdecken ſeyen; doch ſchlieſst er aus den Analyſen von Arfvedſon und Gmelin, daſs die Auffindung von 1 pr. Ct. der Säure noch gelinge.

ſäure aufgefunden, und zwar auf naſſem Wege. (Schweigg. Journ. XXII. 186). *P.*

Digitized by Google

Endlich macht der Hr. Verf. noch darauf aufmerkſam, daſs das ſaure fluſsſaure Kali allein nicht die grüne Farbe erzeuge, ſelbſt nicht mit Datolit; eben ſo, daſs reiner Fluſsſpath und ſelbſt ſaures ſchwefelſaures Kali (bifluate of potash) ebenfalls unwirkſam ſey, und daſs daraus folge, die Fluſsſäure wirke nicht bloſs durch Freimachung der Boraxſäure, ſondern wahrſcheinlich durch Bildung von fluoborſaurem Gaſe.

X.

Ueber die magnetiſirende Kraft der brechbareren Strahlen des Sonnenlichtes;

von

Mistress Mary Somerville.

Ueber dieſen oft verhandelten Gegenſtand iſt am 2ten Febr. dieſ. Jahres in der K. Geſellſchaft zu London eine von der Verfaſſerin gemachte Unterſuchung vorgeleſen, von welcher hier zum Nutzen derjenigen, die etwa die angeführten Verſuche prüfend wiederholen möchten, der in den Ann. of Phil. N. S. Vol. XI. p. 224 enthaltene Auszug mitgetheilt wird.

Die Verfaſſerin beginnt mit einer hiſtoriſchen Einleitung. Sie bemerkt, daſs es Prof. Morichini in Rom *), nach ſeiner Angabe, zuerſt geglückt ſey, in

*) Die erſte Abhandl. von Morichini findet ſich in dieſ. Ann. Bd. XLIII. 212. Die zweite in Bd. XLVI. 367; die Verſuche von Configliachi in Bd. XLVI. 335. (*P.*)

Digitized by Google

den violetten Strahlen des Sonnenlichts-Spectrums eine Stahlnadel zu magnetiſiren, daſs Prof. Configliachi zu Pavia und Hr. Berard zu Montpellier die Verſuche ohne Erfolg wiederholten, Dr. Brewster aber in ſeinem Treatiseon new philosophical Instruments erwähnt, es hätten Sir Humphry Davy und Prof. Playfair in Italien die Wiederholung der Verſuche gelingen ſehen; indeſs habe man aus den unbeſtimmten und widerſprechenden Reſultaten, die ſelbſt in jenem Lande erhalten wurden, geſchloſſen, daſs die Verſuche wahrſcheinlich noch weniger in dem Klima von England gelingen würden, und ſeitdem ſey der Gegenſtand nicht weiter erörtert worden.

Das ungewöhnlich heitere Wetter in dem verwichenen Sommer veranlaſste die Mistreſs Somerville über dieſen Gegenſtand einige Verſuche anzuſtellen, und dieſe ſind es, deren Reſultate in dem Nachſtehenden kürzlich angegeben werden.

Es wurde ein gleichſchenkliches Prisma von Flintglas in der Oeffnung eines Fenſterladens angebracht und dann eine ungefähr einen Zoll lange Nähnadel den violetten Strahlen des Spectrums ausgeſetzt, welches man in ungefähr fünf Fuſs Entfernung mit einer Tafel aufgefangen hatte. Daſs die Nadel von Magnetismus frei, war vorher dadurch ausgemittelt, daſs ſie ganz unterſchiedlos von den Polen einer Magnetnadel angezogen wurde. Die eine Hälfte der Nadel wurde mit Papier bedeckt, da die Verfaſſerin es nicht für wahrſcheinlich hielt, daſs durch die Wirkung des Lichtes eine Polarität erfolgen würde, wenn die ganze Nadel derſelben gleichförmig ausgeſetzt wäre. Inner-

Digitized by Google

halb zwei Stunden wurde die Nadel magnetiſch, und zwar das dem Lichte ausgeſetzte Ende zum Nordpol. Der Verſuch wurde mehrere Male mit den violetten Strahlen wiederholt und beſtändig mit Erfolg; nächſtdem wurde gefunden, daſs die blauen und grünen Strahlen des Spectrums eine gleiche Wirkung ausüben, doch in einem minderen Grade, und die indigfarbenen Strahlen faſt in gleichem Grade, wie die violetten. Die gelben, orangefarbenen und rothen Strahlen hatten keine Wirkung, wie man ihnen auch die Nadel ausſetzte, ſelbſt wenn die Verſuche drei Tage hintereinander fortgeſetzt wurden. Eben ſo wenig wurde durch die Wärmeſtrahlen Magnetismus erregt, und dieſs zeigt, daſs die Hitze keinen Antheil zur Hervorbringung der Reſultate gehabt habe.

Stücke von Uhrfedern, ungefähr anderthalb Zoll lang und ein Achtel bis Viertel Zoll breit, von denen man ſich zuvor verſichert hatte, daſs ſie unmagnetiſch waren, oder die durch Erhitzung vom Magnetismus befreit worden, wurden auf gleiche Art den brechbareren Strahlen ausgeſetzt; auch ſie wurden magnetiſch und zwar die dem Lichte ausgeſetzten Enden nordpolariſch. Sie ſchienen in der That mehr für den Magnetismus empfänglich als die Nadeln, wahrſcheinlich wegen ihrer gröſseren Oberfläche und wegen ihrer blauen Farbe. Stäbe (Bodkins) wurden nicht magnetiſch, vermuthlich, wegen ihrer gröſseren Maſſe. Als die violetten Strahlen mittelſt der groſsen Linſe concentrirt wurden, die der Dr. Wollaſton zu ſeinen Verſuchen über die chemiſchen Strahlen anwandte, wurde der Stahl in kürzerer Zeit magnetiſch, als durch jene Strahlen in ihrem gewöhnli-

Digitized by Google

chen Zuſtand. Es fand ſich auch, daſs es bei dieſen Verſuchen unnöthig war, den Raum zu verfinſtern, indem es hinreichte, das Spectrum auf einen Theil des Gemachs zu werfen, wohin die Sonnenſtrahlen nicht unmittelbar gelangten.

Fr. Somerville unterſuchte ferner die Wirkung der Sonnenſtrahlen, die von einem blauen Glaſe durchgelaſſen wurden. Nadeln, die halb bedeckt, wie vorhin, unter ein durch Kobalt blau gefärbtes Glas gelegt wurden, erhielten ebenfalls Polarität, obgleich Sorge getragen war, daſs keine magnetiſchen Subſtanzen ſich anweſend befanden. Es wurde nicht ausgemittelt, ob die Strahlen, welche chemiſche Veränderungen erzeugen, einen Antheil an dieſer Wirkung hätten; denn als man zwei in eine Löſung von ſalzſaurem Silber getauchte Papierſtreifen den Sonnenſtrahlen unter dem blauen und unter gemeinem weiſsem Glaſe ausſetzte, wurden beide in derſelben Zeit und in demſelben Grade geſchwärzt. Nadeln, auf gleiche Weiſe unter grünem Glaſe den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt, wurden ebenfalls magnetiſch.

Als Nadeln in Stücke von einem grünen und blauen Bande eingewickelt und zur Hälfte mit Papier bedeckt, auf die Dauer eines Tages hinter einer Glasſcheibe aufgehängt wurden, erhielten ſie ebenfalls Polarität; die unbedeckten Enden wurden wie gewöhnlich zu Nordpolen. Bei gleichem Verfahren wurde aber keine Wirkung erzeugt als die Nadeln in rothe, orangefarbene oder gelbe Seide eingewickelt wurden.

Bei allen den hier erzählten Verſuchen, mit Ausnahme weniger Fälle, die anſcheinend einer vorherigen, aber wegen ihrer Schwäche nicht zu entdeckenden An-

Digitized by Google

lage zum Magnetismus zugeschrieben werden müssen, wurde das dem Lichte ausgesetzte Ende der Nadel nordpolarisch. Die Zeit zwischen zehn und ein Uhr scheint am günstigsten für diese Versuche zu seyn. So wie die Jahreszeit vorrückte, war der erlangte Magnetismus weniger andauernd, oder die Nadeln erforderten eine längere Einwirkung des Lichtes, um bleibend magnetisch zu werden, und die Wirkung nahm im Allgemeinen ab. Aus allem diesen schliefst die Verfasserin, dafs die brechbareren Lichtstrahlen die Eigenschaft besitzen, Magnetismus zu erregen.

XI.

Beschreibung zweier neuen Mineralien, der Königine und des Beudantit's;

von

Herrn A. Levy *).

Unter den sehr interessanten und zum Theil unbeschriebenen Mineralien, welche sich in der Sammlung des Marquis de Drée befanden und welche Herr Heuland, der sie kürzlich kaufte, seiner eignen Sammlung einverleibt hat, sind auch zwei neue, deren Beschreibung hier mitgetheilt wird. Hr. Levy nennt das eine vorschlagsweise *Beudantit*, zu Ehren des Hrn. Beudant, und, auf Anrathen des Hrn. Heuland, das andere *Königine*, zu Ehren des Hrn. König, Directors vom Brittischen Museum.

*) Annals of Phil. N. S. T. XI. 194.

Digitized by Google

1. *Königine.* Die Kennzeichen, welche dieſes Mineral von allen zeither beſchriebenen unterſcheiden, wurden ſchon an einem Exemplar, das gegenwärtig im Beſitze der verwitweten Gräfin von Aylesford iſt, aufgefunden, ehe die Sammlung des Marquis de Drée in England anlangte. Die Stücke, von denen es ſich hernach ergab, daſs ſie zu derſelben Species gehörten, hatten die Aufſchrift: *cuivre muriaté et phosphaté.* In beiden Fällen kommt das Mineral in kleinen ſmaragdgrünen oder ſchwärzlich grünen und durchſichtigen Kryſtallen vor, die eine von dem in Fig. 3. 4. u. 5 (Taf. VI.) dargeſtellten Formen beſitzen. Dieſe Kryſtalle laſſen ſich nur und zwar ſehr leicht parallel mit der Fläche *P* ſpalten; die durch Spaltung erhaltene Fläche iſt ſehr glänzend und rechtwinklich gegen die Seitenflächen *m*. Dieſe Seitenflächen ſind gewöhnlich matt und ſchwach gekrümmt. Der letztere Umſtand giebt den Kryſtallen, die in Richtung der Axe ein wenig verlängert ſind, einigermaſsen eine cylindriſche Geſtalt. Aus demſelben Grunde können die Winkel an den Seitenflächen nur annäherungsweiſe, mittelſt des gewöhnlichen Goniometers gefunden werden; ſie ſcheinen ungefähr 105° zu betragen. Ein gerades Prisma von 105° kann alſo als Grundform betrachtet werden. Das Verhältniſs zwiſchen einer Seite der Baſis und der Höhe iſt nicht beſtimmt worden, weil der Winkel zwiſchen *P* und *e* (Fig. 5) nicht mit hinreichender Genauigkeit gemeſſen werden konnte. Die Härte des Minerals iſt beinahe dieſelbe als die des Gypſes. Es läſst ſich ſehr leicht pülvern. Die Kryſtalle ſind dicht zuſammengewachſen, und ſitzen auf dichtem eiſenhaltigen Kupfer-

Digitized by Google

oxyd. Der Fundort ist Werchoturi in Sibirien. Nach einer Untersuchung, die der Dr. Wollaston mit einer sehr geringen Menge dieses Minerales anstellte, scheint es hauptsächlich aus Schwefelsäure und Kupfer zu bestehen, und kann vielleicht als ein basisches schwefelsaures Kupfer betrachtet werden. Dieß Resultat zeigt eine große Analogie zwischen der Königine und dem *Brochantit*, der nach Hrn. Children's Untersuchung ebenfalls der Hauptsache nach aus Schwefelsäure und Kupferoxyd besteht. Die Härte, die Farbe, das Muttergestein und der Fundort beider Mineralien scheinen ebenfalls nahe dieselben zu seyn, aber ihre Formen sind gänzlich verschieden. Der Brochantit kommt in dünnen rechtwinklichen Tafeln vor, an denen die Ecken abgestumpft und die Kanten zugeschärft sind, und die anscheinend ohne alle Spaltbarkeit sind. Die Königine hingegen kommt in cylindrisch gestalteten Krystallen vor, mit einem leichten und sehr glänzenden blättrigen Bruch senkrecht auf der Axe. Wenn diese beiden seltenen Mineralien in größeren Quantitäten zu erhalten sind, wird es jedoch der Aufmerksamkeit der Mineralogen und Chemiker werth seyn, sie wiederum zu vergleichen.

II. *Beudantit.* Dieses Mineral kommt in kleinen, dicht zusammengewachsenen Krystallen vor, von der Gestalt der Figur 6, welche ein etwas stumpfes Rhomboëder mit abgestumpften Ecken darstellt. Ihre Farbe ist an der Oberfläche schwarz, und ihr Glanz einigermaßen Fettglanz, aber in dünnen Fragmenten sind sie durchsichtig und von einer dunkelbraunen Farbe. Sie spalten leicht, parallel der Fläche a' oder in senk-

rechter Richtung auf der Axe des Rhomboëders. Dieſe Spaltungsebene iſt jedoch nicht glänzend genug, um bei Meſſung ihrer Neigung gegen die Rhomboëderflächen die Anwendung des Reflexionsgoniometers zu erlauben. Die letzteren Flächen ſind gewöhnlich glänzend, doch zuweilen ſchwach gekrümmt. Das Mittel aus mehreren mit dem Reflexionsgoniometer erhaltenen Meſſungen gab für die Neigung von *P* gegen *P*, 92° 30′. Die Grundgeſtalt des Beudantits iſt daher ein ſtumpfes Rhomboëder von 92° 30′. Die Härte deſſelben iſt merklich gröſser als die vom Fluſsſpath. Gepülvert beſitzt er eine grünlich graue Farbe. Das Muttergeſtein ſcheint dieſelbe Subſtanz in einem dichten Zuſtand zu ſeyn, durchzogen mit Adern von faſerigem Hematit. Er kommt zu Hohnhauſen am Rhein vor. Eine chemiſche Unterſuchung dieſes Minerals, welche Hr. Levy dem Dr. Wollaston verdankte, lieſs merkwürdigerweiſe nur Blei- und Eiſenoxyd entdecken.

XII.

Ueber das Brennen von comprimirtem Gaſe;

von

Hrn. J. Davies *).

Als ich vor mehr als zwölf Monaten, ſagt Herr D., einige Verſuche über das Verbrennen von com-

*) Ann. of Phil. N. S. XI. 111. Im Auszuge.

Digitized by Google

primirtem Gaſe anſtellte, beobachtete ich zufällig eine Erſcheinung, die, wie ich glaube, etwas Beſonderes hat.

Wenn die Mündung der Brennröhre zu groſs iſt, ſo läſst ſich die Flamme nicht unterhalten, da ſie durch den ſchnellen Strom des Gaſes ausgeblaſen wird; iſt ſie aber etwas klein, ſo befindet ſich die Flamme unter den vortheilhafteſten Umſtänden. Vergröſsert man darauf die Oeffnung, doch nicht ſo ſehr, daſs die Flamme erliſcht, ſo wird dieſe blau, rauſchend und flatternd, wobei ſie ſehr wenig Licht giebt. Hr. D. fand nun zu ſeinem groſsen Erſtaunen, daſs, wenn das Gefäſs umgekehrt wurde, ſobald die Flamme in jenem Zuſtande war, dieſelbe ſich augenblicklich veränderte, indem ſie ruhig, ohne Geräuſch, und mit vielem Glanze brannte. Der Verſuch wurde oft und mit verſchiedenen Gefäſsen wiederholt, aber jedes Mal genau mit demſelben Erfolg.

Die Urſache dieſer Erſcheinung liegt nach Hrn. D. darin, daſs das Gas, welches durch Erhitzung verdünnt und leichter als die atmoſpäriſche Luft geworden, bei aufrechter Stellung des Gefäſses ſich in Richtung der Flamme erhebt, und mit gröſserer Geſchwindigkeit in die Höhe ſteigt, als im letzteren Fall, wo das Gas vermöge der hydroſtatiſchen Wirkung der Luft gegen die Flamme ſtrömt. Daher entweicht das Gas zum Theil unverbrannt, wenn das Gefäſs aufrecht ſteht, ſtrömt aber auf die Flamme zurück, und vervollſtändigt die zuvor unvollkommne Verbrennung, wenn die Brennröhre nach unten gekehrt iſt.

Ob dieſe Thatſache einer praktiſchen Anwendung fähig ſey, läſst Hr. D. noch unentſchieden; indeſs fin-

Digitized by Google

det er, dafs der Verbrauch an Gas bei dieſer Art des Brennens ſehr beträchtlich iſt, ohne dafs dabei, wenigſtens unter dem gewöhnlichen Druck, die leuchtende Kraft bedeutend vergröſsert wird.

XIII.

Ueber die Einrichtung meteorologiſcher Inſtrumente, welche in Abweſenheit des Beobachters ihren Stand für einen gegebenen Augenblick oder für mehrere aufeinander folgende Zeiträume ſelbſt anzeigen *).

Dafs Inſtrumente, die entweder ihren Gang ſelbſt aufzeichnen, oder dem Beobachter erlauben, ihren für gewiſſe Momente gehabten Stand zu einer beliebigen Zeit abzuleſen, ein wahres Bedürfniſs für die Meteorologie ſind und weſentlich zu deren Fortſchritten beitragen würden, wenn ſie Zweckmäſsigkeit mit Wohlfeilheit verbänden, das kann wohl keinem Zweifel unterliegen. Aus dieſem Grunde mögen hier die nachſtehenden Vorrichtungen des Hrn. Blackadder eine kurze Erwähnung finden, da ſie, wenn auch nicht die Aufgabe erledigen, doch wenigſtens die Aufmerkſamkeit auf ſie lenken und vielleicht einen glücklichen Gedanken zur völligen Auflöſung dieſer herbeiführen können. Hr. B. hat ſeine Bemühungen gleichzeitig auf das Thermo-, Hygro- und Barometer angewandt.

*) Im Auszuge aus dem Edinb. Journ. of Sc. No. VI. p. 251.

Vom Thermometer mag hier zunächſt die Rede ſeyn. Um den Stand deſſelben für irgend einen Zeitpunkt zu erhalten, ohne daſs eine gleichzeitige Ableſung nöthig ſey, bedient Hr. B. ſich des von Rutherford erfundenen Inſtrumentes, das unter dem Namen Thermometrograph allgemein bekannt iſt und noch in dieſem Bande S. 127 ausführlich beſchrieben wurde, daher auch hier nicht weiter erklärt zu werden braucht. Dieſes verbindet Hr. B. mit einem Uhrwerke, wodurch es zu der feſtgeſetzten Zeit aus derjenigen vertikalen Stellung, bei welcher die Marken ſich an der Gränze der thermometriſchen Flüſſigkeiten befinden, in die horizontale Lage gebracht wird Da der Weingeiſt die Glasmarke nur bei ſeinem Zuſammenziehen mit ſich führt, bei ſeinem Ausdehnen aber über dieſelbe hinweggeht; das Queckſilber hingegen die Stahlnadel fortſchiebt, wenn es ſein Volumen vergröſsert, dieſelbe aber liegen läſst (oder vielmehr liegen laſſen ſoll), wenn es ſich zurückzieht; ſo iſt leicht zu erſehen, daſs man die Temperatur für den verlangten Augenblick haben würde, wenn man gleichzeitig mit der Umkehrung des Inſtrumentes, entweder die Temperatur des Weingeiſtthermometers erhöhte, oder die des Queckſilberthermometers, erniedrigte. Dieſs iſt auch, was Hr. B. angewandt hat. Im erſteren Fall läſst er den durch eine kleine Flamme erzeugten Waſſerdampf unter die Weingeiſtkugel treten, im letzteren Fall, offenbar viel praktiſcher, die Queckſilberkugel mit einem kleinen Haarpinſel in Berührung kommen, durch welchen fortwährend gewöhnlicher Branntwein auf jene tröpfelt, und vermöge der Verdunſtung die nöthige

Digitized by Google

Erkältung in einem hinreichenden Grade bewirkt wird. Es ist klar, dafs man zu dem beabsichtigten Zweck nur eins dieser Mittel gebraucht, aber so viele besondere Vorrichtungen haben mufs, als Zeitpunkte gegeben sind, für die man in seiner Abwesenheit die Temperatur zu wissen verlangt. Hr. B. bedient sich übrigens zu den, das Minimum der Temperatur anzeigenden, Weingeistthermometern (die er Psychrometer nennt) eines ungefärbten, etwas alten, und wiederholt mit Sorgfalt filtrirten Weingeistes, da gefärbter und frisch destillirter mit der Zeit immer etwas absetzt.

Beim *Hygrometer* wendet Hr. B. ein gleiches Verfahren an, was möglich ist, da er sich des, zuerst von Hutton angegebenen, Verdunstungshygrometers zum Messen der Feuchtigkeit bedient. Die Vorrichtung ist zwar im Edinb. Journal nicht ausführlich beschrieben, allein hinreichend angedeutet, um eine Vorstellung von ihr zu erhalten. Die oben genannten Thermometer sind nämlich, bevor sie durch das Uhrwerk horizontal gestellt werden, mit Wasser feucht gehalten und zeigen also die von dem jedesmaligen Feuchtigkeitszustande der Luft abhangende Verdunstungskälte an. Werden sie nun durch die Wagerechtstellung von dem Gefäfs mit Wasser getrennt, und dagegen, entweder das Weingeistthermometer fortdauernd erwärmt, oder das Queckfilber durch irgend ein Mittel noch weiter und anhaltend erkältet, so ist klar, dafs die Marken in den Thermometern jene gesuchte Verdunstungskälte anzeigen.

Beim *Barometer* endlich beruht das Verfahren des Hrn. B. darauf, dafs er für den gegebenen Zeit-

Digitized by Google

punkt, mittelſt eines Uhrwerks alle Communikation dieſes Inſtrumentes mit der äuſseren Luft unterbricht. Dazu wendet er ein Gefäſsbarometer an, bei welchem das nur 2 Zoll tiefe Gefäſs einen ſehr groſsen Durchmeſſer beſitzt, und ſo weit mit Queckſilber gefüllt iſt, daſs nur ein ſehr kleiner Raum für die Luft übrig bleibt. Ein Hahn am oberen Theil des Gefäſses, den das Uhrwerk mittelſt eines Hebels in dem feſtgeſetzten Augenblick verſchlieſst, hemmt den Gang des Barometers, inſofern derſelbe von den Veränderungen im Luftdruck abhängt. Die Ableſung wird hernach zur beliebigen Zeit wie gewöhnlich vollzogen *).

*) Unter allen mir bekannten Vorrichtungen dieſer Art ſcheint mir die hier vorgeſchlagene die einzige zu ſeyn, die neben einer leichten Ausführbarkeit eine erträgliche Genauigkeit gewährt. Iſt nämlich das Luftvolumen, was im Gefäſse eingeſchloſſen bleibt, ſehr gering, das Gefäſs, wie angegeben, flach, und die Barometerröhre gut cylindriſch; ſo ſind die Verlängerungen und Verkürzungen der Queckſilberſäule, welche dieſelbe nach Abſchlieſsung des Inſtrumentes durch die Wärmeänderungen erleidet, den Graden des Thermometers proportional und man braucht folglich nur die Temperatur für den Augenblick der Ableſung zu kennen, um den beobachteten Stand des Barometers auf eine Normaltemperatur zu reduciren. Es iſt ſelbſt nicht einmal nöthig, daſs die Barometerröhre genau cylindriſch ſey, da ſich die Correction wegen der Temperatur, durch Vergleich mit einem anderen Barometer empiriſch ausmitteln läſst. Uebrigens könnte man das von Hrn. B. beim Thermometer angewandte Verfahren auch auf das Thermo-Barometer ausdehnen, und ſo dem meteorologiſchen Apparat wenigſtens eine gewiſſe Gleichförmigkeit geben. (P.)

Digitized by Google

XIV.

Ueber die Kryſtallform des Polymignits und der phosphorſauren Yttererde.

Die chemiſche Zuſammenſetzung dieſer beiden ſeltenen Mineralien iſt den Leſern ſchon im Band LXXIX. S. 203 d. Ann. mitgetheilt worden; es wird daher für mehrere von ihnen nicht ohne Intereſſe ſeyn, auch das über die Kryſtallform Bekannte hier kürzlich angeführt zu ſehen. Die Zeichnungen (Fig. 7 u. 8), welche aus dem Edinb. Journ. of Sc. N. VI. entlehnt ſind, ſtammen von Hrn. Haidinger her und wurden von dieſem nach Kryſtallen entworfen, die derſelbe bei Hrn. Tank in Norwegen zu ſehen Gelegenheit hatte. Die Meſſungen und Berechnungen über den Polymignit hingegen ſind vom Dr. Guſtav Roſe gemacht, wozu er durch Kryſtalle in den Stand geſetzt war, die er der Güte des Hrn. Berzelius verdankt.

Die Grundform des *Polymignits* (Taf. VI. Fig. 7) iſt ein Rhombenoctaëder, worin

$$a : b : c = \sqrt{2{,}104} : \sqrt{4{,}255} : 1$$

die Winkel in den Endkanten = 136° 28′ und 116° 22′, und die in den Seitenkanten = 80° 16′. Die vertikale Axe iſt durch c, und die beiden horizontalen durch a und b bezeichnet. Die Formeln für die Flächen ſind folgende:

Digitized by Google

$P = [a : b : c]$
$T = [a : \infty b : \infty c]$
$M = [\infty a : b : \infty c]$
$n = [a : b : \infty c]$
$s = [a : \frac{1}{2}b : \infty c]$
$t = [a : \frac{1}{4}b : \infty c]$

Die Neigungen betrugen:

von P gegen $T = 121° 49'$
- P - $M = 111° 46'$
- P - $n = 130° 8'$
- n - $T = 144° 53'$
- n - $M = 125° 7'$
- s - $T = 125° 25'$
- s - $M = 144° 35'$
- t - $T = 109° 34'$
- t - $M = 160° 26'$

Die Kryſtalle litten indeſs keine ſehr genaue Meſſung mit dem Reflexionsgoniometer. Die Winkel, nach welchen die übrigen berechnet wurden, waren die zwiſchen den Flächen t und T, und den Flächen T und P. Nach Hrn. H. ſind die Kryſtalle gewöhnlich zwiſchen T und T zuſammengedrückt und in Richtung der Axe verlängert; die Theilbarkeit ſehr unvollkommen, doch zuweilen eine Spur von derſelben parallel mit T und M ſichtbar, und die Oberfläche bisweilen nach der Länge geſtreift. Das Uebrige iſt ſchon früherhin angegeben worden.

Ueber die *phosphorſaure Yttererde* (Taf. VI. Fig. 8), die, wie aus der Zeichnung erhellt, zum pyramidalen (Mohs) oder viergliedrigen (Weiſs) Syſteme gehört, ſind bis jetzt noch keine Winkel-

Digitized by Google

meſſungen angeſtellt. Die von Hrn. H. beobachteten Blätterdurchgänge lagen rechtwinklich gegen einander parallel den Flächen *l* und *l*.

XV.

Ueber die Wirkung der Schwefelſäure auf den Alkohol und über die Natur der daraus hervorgehenden Verbindungen.

Ueber dieſen Gegenſtand hat Hr. Hennel zu London, der K. Geſellſchaft daſelbſt, eine Arbeit übergeben, in der derſelbe durch eine Reihe von Verſuchen zeigt, daſs das, was man gewöhnlich *Weinöl* nennt, bloſs eine neutrale Verbindung von Schwefelſäure mit Kohlenwaſſerſtoff iſt. Wenn man das Weinöl mit Kali oder einer andern Baſe behandelt, ſo wird ein Theil deſſelben als ein dickes Oel abgeſchieden, während ein anderer Theil mit der Baſis und Säure zu beſtimmten Doppelſalzen vereinigt bleibt. Dieſe Salze, welche aus *zwei* Proportionalen Schwefelſäure, *einem* P. Kohlenwaſſerſtoff und *einem* P. von der Baſis beſtehen, ſind löslich in Alkohol, der Kryſtalliſation fähig, brennen bei Erhitzung mit Flamme und laſſen ſaure ſchwefelſaure Salze zurück. Der Kohlenwaſſerſtoff iſt, wie das ölbildende Gas, aus *einem* Prop. Kohlenſtoff und *einem* Prop. Waſſerſtoff zuſammengeſetzt; doch ſind von dieſer Verbindung 4 Prop. in einem beſonderen Condenſationszuſtande in jedem Prop. der ſalzartigen Verbindung enthalten. (J. of Sc. N. XLI. 184.)

Digitized by Google

XVI.

Beſtimmung der niedrigſten Temperatur, bei welcher das Eiſenoxyd vollſtändig durch Waſſerſtoff reducirt wird;

von

Gustav Magnus.

In dem dritten Bande dieſer Annalen p. 81 habe ich zu zeigen geſucht, daſs brennbare Körper in einem ſo poröſen Zuſtande erhalten werden können, daſs ſie ſich von ſelbſt bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft mit dem Sauerſtoff derſelben verbinden, und zwar gewöhnlich unter Feuererſcheinung; namentlich habe ich dieſs von Nickel, Kobalt und Eiſen gezeigt. Hr. Hofrath Stromeyer behauptet in einem der vorſtehenden Aufſätze dieſes Heftes *), daſs ich nicht mit gehöriger Umſicht zu Werke gegangen ſey, und daſs ſich die Sache ganz anders verhalte. Es entſtehe nämlich die Entzündlichkeit beim Eiſen (denn von dieſem ſpricht derſelbe allein) durch einen geringen Antheil von Oxydul, das bei dem metalliſchen Eiſen zurückgeblieben ſey.

Die Beweiſe, die Hr. Hofr. Str. gegen mich anführt, ſind:

*) Dieſer Aufſatz wurde mir durch die Güte des Hrn. Herausgebers dieſer Annalen, vor dem Drucke deſſelben, mitgetheilt; während der übrige Theil des Heftes gedruckt wurde, benutzte ich die Zeit zu den unten angeführten Verſuchen.

Digitized by Google

1) Dafs die vollſtändige Reduction dieſes Metalles bei niedrigen Temperaturen nur äuſserſt ſchwierig gelinge.

2) Dafs Berzelius Angabe des Sauerſtoffgehaltes im Eiſenoxyd, auf die ich mich bei meinen Verſuchen berufe, falſch ſey; dafs nämlich das Eiſenoxyd nur 30,15 pr. Ct. Sauerſtoff enthalte, und nicht 30,66 pr. Ct., wie Berzelius angiebt.

Ich ſchloſs, dafs das Eiſenoxyd vollſtändig bei niedriger Temperatur reducirt werde, weil der Gewichtsverluſt durch die Reduction, den ich bei meinen früheren Verſuchen gefunden hatte, dem Sauerſtoffgehalt, den Berzelius für das Eiſenoxyd angiebt, nahe kam. Geſetzt nun aber der Sauerſtoffgehalt des Eiſens wäre *niedriger* als ihn Berzelius angiebt; ſo geht um ſo mehr aus dieſen Verſuchen hervor, dafs der Sauerſtoffgehalt dem Oxyde vollſtändig entzogen worden. Wirklich hat nun Hr. Hofr. Str. den Sauerſtoffgehalt um 0,5 pr.Ct. *niedriger* gefunden als Berzelius; iſt alſo ſeine Angabe richtig, ſo beweiſt ſie nur *für* mich. Dennoch behauptet Hr. Hofr. Str. das Gegentheil, und meint, da das Eiſenoxyd nach ſeiner Angabe 0,5 pr. C. Sauerſtoff weniger enthalte, als nach der Angabe, auf die ich mich berufe, ſo folge, dafs noch Oxydul, alſo noch Sauerſtoff beim Eiſen zurückgeblieben ſey, wiewohl daſſelbe *mehr* an Gewicht verloren, als es nach Hrn. Hofr. Str. Angabe möglicherweiſe hätte verlieren können; woraus man ſieht, dafs hier ein falſcher Schluſs iſt.

Doch da ich weder die Zeit gehabt habe, noch auch es wage, zwiſchen ſo ausgezeichneten Chemikern über die Differenz von 0,5 pr. Ct. zu entſchei-

Digitized by Google

den; so glaubte ich, dafs ich mich darauf beschränken müsse, die Richtigkeit meiner Ansicht noch ein Mal darzuthun, und wo möglich auf eine Weise, die gar keine Rücksicht auf die Bestimmung des Sauerstoffgehalts im Eisenoxyd nimmt.

Ich suchte zu dem Ende Eisenoxyd bei der möglichst niedrigsten Temperatur durch Wasserstoff *) zu reduciren, in der Hoffnung, hierbei das wahre blaue Oxydul des Herrn Hofr. Str. zu erhalten. Ich bediente mich zu meinen Versuchen des von Herrn Berzelius angegebenen Apparats, bestehend in einem Stück eines Barometerrohrs, das in der Mitte zu einer Kugel ausgeblasen ist, in die der zu reducirende Körper gebracht wird. Ich erwärmte die Kugel in einem Bade von kochendem Wasser, aber es erfolgte keine Desoxydation; darauf erwärmte ich sie in einem Bade von gewöhnlichem Rüböl, und zwar allmälig bis zum Wallen des Oels, auch hierdurch bildete sich kein Wasser. Nun wandte ich ein Bad von schmelzendem Blei an, doch auch hier zeigte sich nur dann in dem vorderen Theil der Röhre Wasser, wenn Queckfilber, das in einem Glasröhrchen von Zeit zu Zeit in das Bleibad gehalten wurde, darin zu kochen anfing; woraus hervorgeht: dafs die niedrigste Temperatur, bei welcher das Eisen durch Ueberleiten von Wasser-

*) Das bei diesen, wie bei den früheren Versuchen angewandte Wasserstoffgas wurde zunächst durch Kalilauge geleitet, um es von Schwefelwasserstoff zu befreien, und dann durch eine Röhre mit Chlorcalcium getrocknet. Bei den hier erwähnten Versuchen leitete ich dasselbe auch noch durch eine Queckfilbersublimat-Auflösung, um es von etwa beigemischtem Phosphor- und Arsenik-Wasserstoff zu befreien.

Digitized by Google

ſtoff von ſeinem Sauerſtoff verliert, nahe bei dem Kochpunkt des Queckſilbers liegt. Um aber gewiſs zu ſeyn, daſs die Temperatur des Bleibades nicht zu hoch werde, wurde von Zeit zu Zeit Zink in einem Glasröhrchen hineingehalten; doch kam dies nie, auch wenn es längere Zeit darin war, zum Schmelzen. Bei dieſer Temperatur wurde die Reduction noch 2 Stunden fortgeſetzt, nachdem ſich ſchon kein Waſſer in dem vordern Theil der Röhre mehr zeigte. Das zurückgebliebene Eiſen ſah bei erhöhter Temperatur dunkel, faſt ſchwarz aus, bei der gewöhnlichen grau, wie metalliſches Eiſen, doch ohne Metallglanz; bei Berührung mit der atmoſphäriſchen Luft entzündete es ſich von ſelbſt bei der gewöhnlichen Temperatur, und zwar jedes einzelne Körnchen während es durch die Luft fiel, wie ich dies bei meinen früheren Verſuchen auch geſehen hatte.

Eine zweite Portion Eiſenoxyd ward auf dieſelbe Art im Bleibade reducirt, alſo bei einer Temperatur, die zwiſchen dem Kochpunkt des Queckſilbers und dem Schmelzpunkt des Zinks lag. Als die Reduction beendet zu ſeyn ſchien, ward die Kugel aus dem Bleibade herausgenommen; nachdem ſie vollſtändig erkaltet war, ward ſie von allem anhängenden Blei gereinigt, darauf die Röhre an beiden Enden verpfropft und gewogen, danach wieder mit dem Waſſerſtoff-Apparat in Verbindung gebracht, und der ſtärkſten Glühhitze, die das Glas ohne zu ſchmelzen ertragen kann, auf einige Zeit ausgeſetzt. Nachdem das Eiſen wieder unter fortwährendem Ueberſtreichen von Waſſerſtoff erkaltet war, wurde die Röhre mit denſelben Pfropfen an beiden Enden zugepfropft

Digitized by Google

und wieder gewogen, ſie hatte *durchaus nichts*, auch nicht ein halbes Milligramme an Gewicht verloren. Das Eiſen aber, als es ausgeſchüttet wurde, entzündete ſich *nicht* von ſelbſt. Derſelbe Verſuch ward noch 3 mal auf dieſelbe Weiſe wiederholt, nur daſs, ſtatt ein Bleibad anzuwenden, die Reduction bei geringer Erwärmung durch eine Lampe geſchah, wie ich auch meine früheren Verſuche bei niederer Temperatur angeſtellt hatte. Sie gaben alle daſſelbe Reſultat.

Wenn die Entzündung des bei niedrigen Temperaturen reducirten Eiſens von Spuren von Oxydul herrührt, ſo muſste ſich das Geglühte ebenfalls entzünden, da es nichts an Gewicht verloren, alſo noch eben ſoviel Oxydul als vor der Glühung enthielt.

Aus den angeführten Verſuchen geht alſo hervor:

1) Daſs die Entzündung des Eiſens nicht von beigemengtem Oxydul, ſondern durch den poröſen Zuſtand des Metalls hervorgebracht wird.

2) Daſs das Eiſen bei einer Temperatur, die zwiſchen dem Kochpunkt des Queckſilbers und dem Schmelzpunkt des Zinks liegt, vollſtändig reducirt wird; und daſs bei einer niedrigeren Temperatur gar keine Desoxydation erfolgt. Es iſt mir alſo, wenigſtens bei der von mir angewandten Reductions-Methode, nicht gelungen, das blaue Oxydul darzuſtellen. Gewiſs wünſcht ein jeder mit mir, daſs Hr. Hofr. Str. recht bald die Güte haben möchte, ſein Verfahren, dieſen intereſſanten Körper darzuſtellen, ausführlicher bekannt zu machen.

Digitized by Google

XVII.

Ueber die Veränderungen an einigen alten Kupferlegirungen.

Nach einer der K. Gesellschaft zu London gemachten Mittheilung hat Hr. Dr. John Davy bei seinem Aufenthalte auf den jonischen Inseln Gelegenheit gehabt, die Veränderungen näher zu untersuchen, welche einige griechische Alterthümer mit der Zeit erlitten. Zunächst untersuchte derselbe einen Helm von antiker Form, welcher an einer seichten Stelle im Meere zwischen der Citadelle von Corfu und dem Dorfe Castrartis (Castrades) gefunden wurde und zum Theil mit Muscheln und einer Incrustation von kohlensaurem Kalk überzogen war. Die ganze Oberfläche desselben, sowohl die bekleidete als unbekleidete, war grün, weiss, und roth gefleckt. Die grünen Flecke bestanden aus basisch salzsaurem und kohlensaurem Kupfer, die weissen hauptsächlich aus Zinnoxyd und die rothen aus Octaödern von Kupferoxydul und reinem Kupfermetall. Neben diesen Substanzen hatte das, nach einer Analyse aus Kupfer und 18.5 pr. Ct. Zinn bestehende, Metall seinen vollen Glanz. Ein Nagel von einer ähnlichen Legirung aus einem Grabmal zu Ithaka, und ein Spiegel (bestehend aus Kupfer mit 6 pr. Ct. Zinn und sehr wenig Arsenik und Zink) aus einem Grabmal zu Samos auf Cephalonia, so wie eine grosse Menge alter Münzen, aus dem Kabinet eines berühmten Sammlers zu Santa Maura, zeigten ähnliche Erscheinungen, nur war auf den Münzen kein metallisches Kupfer ausgeschieden, dagegen das Kupferoxydul durch Kupferoxyd geschwärzt. Da es nicht anzunehmen sey, dass die Substanzen, aus welchen die Krystalle erzeugt wurden, sich in Auflösung befunden haben, so schliesst Hr. D., müsse die Bildung dieser einer inneren Bewegung der Theilchen zugeschrieben werden, erzeugt durch die vereinte Wirkung der chemischen Verwandtschaften, der elektrochemischen Attractionen und der Cohäsionskräfte; auch glaubt derselbe, dass sich hiedurch manche Erscheinungen in der Mineralogie und Geognosie erklären lassen. (Ann. of Phil. N. S. X. 465.)

Digitized by Google

Berichtigungen.

Im Band III der neuen Reihe.

Seite 261	Zeile 14	ſtatt	$e_n n$	e_n
- 269	- 13	-	$(n+r-1)^{ten}$.	$[n+p\,(r-1)]^{ten}$
- 363	- 6 v. u.	-	$\log \mu$	$2 \log \mu$
- 365	- 5 v. u.	-	*nno*	*wo*
- 394	- 11 v. u.	-	Bruves . . .	Brunes
- 409	- 2 v. u.	-	3 Engl. . . .	5 Engl. Zoll
- 411	- 6 v. u.	-	Gattung . . .	Reihe
- 423	- 16 v. o.	-	20° 46′ . . .	10° 46′

Auf der Karte Taf. III iſt die Schwingungszeit 753″ bei Paris und 785″ bei Carlscrona ausgelaſſen. Wenn das Dorf Zelgosc (p. 402) an der richtigen Stelle eingetragen wird, ſtimmt die Schwingungszahl daſelbſt beſſer, als zuvor.

Band IV.

S. 90	Z. 22	ſtatt	gleichzeitig nur . .	gleichzeitig und
- 92	- 3	-	ſie würde das Leben .	das Leben würde
- 94	- 23	-	wie aufserdem) der Erreger . . .	der Erreger wie aufserdem)
- 99	- 18	-	von dem Abweichungswinkel . von: .	der Abweichungswinkel
- 105	- 7	-	0,75	0,075
- 105	- 18	-	Flufswaſſer mit . .	deſtillirtes Waſſer mit
- 108	- 25	-	dieſe Urſache . . .	die Urſache
- 172	- 10	-	ich dem	ich aber dem
- 304	- 25	-	vierfach	vielfach
- 308	- 6 u. 17	-	Drahte	Dochte
- 310	- 21	-	Calorimeter	Calorimotor
- 315	- 17	-	und *C* mit *D* . . .	und *B* mit *D*
- 323	- 4	-	eben	oben
- 323	- 23	-	6 Zoll	ein Zoll
- 446	- 26	-	Zink, Graphit, Waſſer .	Platin, Graphit, verdünnte Schwefelſäure
- 448	- 5	-	mittlere	unmittelbare
- 456	- 5	-	Drahte	Dochte

Band V.

S. 13	Z. 10	ſtatt:	während ſie die .	während ſie auch die
- 14	- 7	-	Löröe	Lövöe
- 21	- 9	-	durch *c* Fig. 7 .	durch *b* Fig. 7
- 24	- 19 u. 32	-	Flecke	Flächen
- 128	- 4 v. u.	-	20″ 5‴,31 u. 20″ 4‴,56 .	20″ 5‴,5 u. 20″ 4‴,9
- —	- 3 —	-	20″ 3‴,38 u. 20″ 5‴,6 .	20″ 3‴,6 u. 20″ 2‴,9
- —	- 2 —	-	20″ 3‴,56 u. 20″ 4‴,56 .	20″ 3‴,9 u. 20″ 4‴,9
- 129	- 18 —	-	iſt auszuſtreichen: in Genf und	

Digitized by Google

S. 154 Z. 28 ſtatt: (eigentlich auf Stor-Aröe) . (eigentlich Stor-Aröe
- 270 - 9 - dem kryſtalliniſch körnigen Marmor . . . . . den kryſtalliniſch körnigen Kieſelconcretione
- 377 - 11 - leichteſten . . . . . lichteſten
- 395 - 29 - Sphäroide . . . . . Sphäre
- 405 - 24 - Sphäroiden . . . . . Sphären
- 412 - 4 u.f. - Stättet . . . . . Slottet
- 432 - 28 - Porphyr . . . . . Gneus
- 433 - 24 u.f. - Jernager . . . . . Jevnager
- 433 - 29 - Hagerſtad . . . . . Hagenſtad
- 460 - 26 - Kalkſchiefer . . . . Talkſchiefer
- 478 - 6 v.u. - Chonograph . . . . Chronograph
- 501 - 1 v.o. - Gullhjö . . . . . Gullſjö
- 501 - 4 — - Gullhjö-Kalkbruch . Gullſjö-Kalkbruch

Band VI.

S. 44 Z. 2 ſtatt: Dendeiten . . . . Dendriten
- — - 10 - Cossius'ſchen . . . Cassius'ſchen
- — - 11 v.u. - oxydirte Silber . . reducirte Silber
- 60 - 2 — - $3\,\dot{M}S^3$ . . . . . $3\,\dot{M}S^2$
- 82 - 8 — - $\dot{N}a\,\dot{C}^2$ . . . . . $\dot{N}a\,\dot{S}^2$
- 217 - 6 — - Pyenit . . . . . Pycnit
- 297 - 1 — - $-0{,}14 - F$ . . . $+0{,}14 - F$

Digitized by Google

3 [illegible]57.

Digitized by Google

PHYSICS LIBRARY

Digitized by Google

U. C. BERKELEY LIBRARIES

C058366050

APR 1 8 1997

Rec'd UCB PHYS

APR

Digitized by Google